

52  
C  
1275

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID**

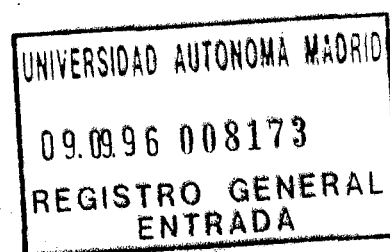
**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Departamento Interuniversitario de Ecología**

**Usos recreativos en los espacios naturales:  
Frecuentación, factores explicativos e  
impactos asociados. El caso de la  
Comunidad de Madrid.**

**Javier Gómez-Limón García**

R.B.C. 64.148



**TESIS DOCTORAL**

**octubre, 1996**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

Departamento Interuniversitario de Ecología

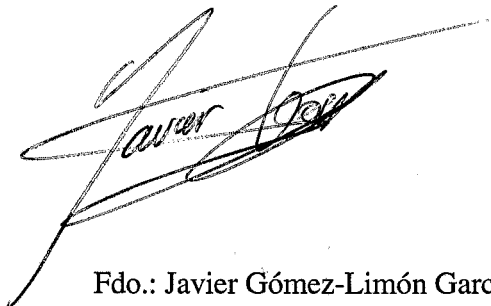
**Usos recreativos en los espacios naturales:  
Frecuentación, factores explicativos e impactos  
asociados. El caso de la Comunidad de Madrid.**

Memoria para optar al grado de Doctor en Ciencias Biológicas presentada por

**Javier Gómez-Limón García**

Este trabajo ha sido dirigido por José Vicente de Lucio Fernández, director del Centro de Investigación "Fernando González Bernáldez". Profesor asociado de Ecología de la Universidad Complutense de Madrid.

Madrid, octubre de 1996



Fdo.: Javier Gómez-Limón García



VºBº José Vicente de Lucio

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Departamento Interuniversitario de Ecología**

**Usos recreativos en los espacios naturales:  
Frecuentación, factores explicativos e  
impactos asociados. El caso de la  
Comunidad de Madrid.**

**Javier Gómez-Limón García**

**TESIS DOCTORAL**

**octubre, 1996**

## INDICE

Agradecimientos

### **CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN** **1**

<b>1. Caracterización del problema.</b>	<b>2</b>
1. 1. La cosecha recreativa. Paisaje y recursos naturales.	2
1. 2. Ocio y recreo. Conceptos previos.	4
1. 3. El recreo: valor económico y social.	8
1. 4. Recreo y conservación.	11
1. 5. Actividades recreativas en espacios naturales, evolución de la demanda.	14
<b>2. Planificación y gestión del uso recreativo en áreas naturales.</b>	<b>19</b>
2. 1. Antecedentes y estudios preliminares.	19
2. 1. 1. Los inicios. Estudios de carácter general.	20
2. 1. 2. Estudios y modelos sobre planificación de actividades recreativas.	21
2. 1. 3. Estudios sobre valoración económica del recreo.	25
2. 1. 4. Estudios sobre tipologías y actividades de visitantes.	26
2. 1. 5. Estudios sobre prospección de los recursos recreativos.	27
2. 1. 6. Estudios sobre impactos producidos por los visitantes.	27
2. 2. Componentes básicos de la planificación y la gestión recreativa.	33
2. 2. 1. Frecuentación de visitantes.	35
2. 2. 2. Tipologías de uso y actividades.	36
2. 2. 3. Recursos naturales recreativos.	38
2. 2. 4. Impactos, fragilidad del medio y límite del cambio aceptable (LCA).	38
<b>3. Objetivos de la investigación.</b>	<b>40</b>
<b>4. Plan de la investigación.</b>	<b>42</b>

### **CAPITULO 2. USO RECREATIVO EN ESPACIOS NATURALES DE LA COMUNIDAD DE MADRID. FRECUENTACIÓN, FACTORES EXPLICATIVOS E IMPACTOS AMBIENTALES.** **46**

<b>1. Introducción.</b>	<b>47</b>
-------------------------	-----------



<b>2. Objetivos.</b>	<b>52</b>
<b>3. Materiales y métodos.</b>	<b>54</b>
3. 1. Metodología.	54
3. 2. Area de estudio.	55
3. 3. Plan de muestreo.	59
3. 3. 1. Variables ambientales y de accesibilidad.	59
3. 3. 2. Frecuentación.	61
3. 3. 3. Variables de impacto.	63
3. 4. Tratamiento estadístico.	65
<b>4. Resultados.</b>	<b>67</b>
4. 1. Tipología de áreas recreativas en la Comunidad de Madrid.	67
4. 2. Frecuentación en las áreas recreativas de la Comunidad de Madrid.	73
4. 2. 1. Estacionalidad de la frecuentación recreativa.	78
4. 2. 2. Frecuentación y tipología de áreas recreativas.	79
4. 3. Impactos ambientales en las áreas recreativas de la Comunidad de Madrid.	81
4. 3. 1. Impactos ambientales y frecuentación de visitantes.	81
4. 3. 2. Impactos ambientales y tipología de áreas recreativas.	85
4. 3. 3. Impacto total y tipología de áreas recreativas.	87
4. 4. Estudios complementarios abordados en este trabajo.	88
4. 4. 1. Areas extensivas. Frecuentación de visitantes.	88
4. 4. 2. Percepción de la frecuentación por parte de los visitantes.	92
4. 4. 3. Fiabilidad de la ficha de estimación de impactos.	94
<b>5. Discusión y conclusiones.</b>	<b>97</b>

<b><u>CAPITULO 3. PARQUE REGIONAL DE LA CUENCA ALTA DEL MANZANARES. MODELO DE FRECUENTACIÓN RECREATIVA E IMPACTOS ASOCIADOS.</u></b>	<b><u>101</u></b>
1. Introducción.	102
2. Objetivos.	106
3. Materiales y métodos.	107

---

3. 1. Area de estudio.	107
3. 2. Plan de muestreo.	109
3. 3. Tratamiento estadístico.	112
<b>4. Resultados.</b>	<b>113</b>
4. 1. Frecuentación de visitantes y recursos ambientales.	113
4. 2. Frecuentación de visitantes e impactos ambientales.	116
4. 3. Recursos ambientales e impactos.	117
<b>5. Discusión y conclusiones.</b>	<b>122</b>

**CAPITULO 4. PARQUE REGIONAL DE LA CUENCA ALTA DEL MANZANARES. EFECTOS DEL PISOTEO SOBRE COMUNIDADES PRATENSES EN PRADERAS DE “LA PEDRIZA” (MANZANARES EL REAL).**

<b>1. Introducción.</b>	<b>126</b>
<b>2. Objetivos.</b>	<b>133</b>
<b>3. Materiales y métodos.</b>	<b>134</b>
3. 1. Area de estudio.	134
3. 2. Plan de muestreo.	135
3. 3. Tratamiento estadístico.	137
<b>4. Resultados.</b>	<b>139</b>
4. 1. Características de las praderas.	139
4. 2. Asociación de especies.	140
4. 3. Especies indicadoras.	144
4. 4. Compactación y presencia de especies.	147
<b>5. Discusión y conclusiones.</b>	<b>151</b>

**CAPITULO 5. PARQUE REGIONAL DE LA CUENCA ALTA DEL MANZANARES. RECUPERACIÓN AMBIENTAL DE UNA PRADERA CON FUERTES IMPACTOS DEL RECREO EN EL “VALLE DE LA BARRANCA” (NAVACERRADA).**

<b>1. Introducción.</b>	<b>155</b>
-------------------------	------------

<b>2. Objetivos.</b>	<b>160</b>
<b>3 . Materiales y métodos.</b>	<b>161</b>
3. 1. Area de estudio.	161
3. 2. Condiciones meteorológicas durante el período de estudio.	165
3. 3. Plan de muestreo.	167
3. 4. Tratamiento estadístico.	170
<b>4. Resultados.</b>	<b>173</b>
4. 1. Evolución de la cobertura de la vegetación tras la clausura.	173
4. 2. Tendencias de variación de las especies herbáceas tras la clausura.	179
4. 3. Estudio de la diversidad biológica.	186
4. 3. 1. Variación de la diversidad.	186
4. 3. 2. Variación de la riqueza.	190
4. 3. 3. Variación de la equitatividad.	192
4. 3. 4. Variación de la diversidad y variables físico-químicas.	193
4. 4. Variación de la composición florística tras la clausura.	194
4. 5. Cambios en la estructura de la vegetación y el suelo tras la clausura. Análisis multivariante.	196
4. 5. 1. Vegetación herbácea	196
4. 5. 2. Variables físico-químicas	200
<b>5. Discusión y conclusiones.</b>	<b>203</b>

## **CAPITULO 6. RECOMENDACIONES APLICABLES A LA GESTIÓN RECREATIVA DE LAS ÁREAS NATURALES.**

<b>1. Introducción.</b>	<b>210</b>
1. 1. Gestión espacial de áreas de recreo.	212
1. 2. Gestión y manejo de visitantes.	216

## **CAPITULO 7. CONCLUSIONES GENERALES.**

## **BIBLIOGRAFÍA**

**224**



## *Agradecimientos*

*Cuando echas una mirada hacia atrás, compruebas la gran cantidad de personas que directa o indirectamente han contribuido al desarrollo de un trabajo de estas características. No quisiera olvidar a nadie.*

*Los agentes forestales de la Agencia de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid, hoy Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional, participaron de forma activa en las campañas de muestreos de visitantes en áreas recreativas y extensivas. Gracias.*

*Así mismo, José, Eva, Yolanda, Pablo, Paloma, Marina, Felipe, Olga, Luis, Leopoldo, María, José Angel, Ana, Miguel, Lourdes, Carlos, Rafa, José Manuel, Auri, Gaby, Jaime, Juan Carlos, Javi, Zulu, Deo y Lucía, han participado de forma entusiasta en la realización de diversos muestreos en diferentes años y lugares. A todos ellos quiero desde aquí dar mi sincero agradecimiento y cariño.*

*Gracias a mis compañeros del Centro de Investigación "Fernando González Bernáldez": Ricardo, Javier, Lucía, Marta, Deo, Carmen, Paloma, Alfredo, Nieves, Manoli, Ester, Lola, Pablo, Ramón y Merche. Me han ayudado en todo momento, colaborando siempre que los he necesitado. En especial Marta y Carmen han colaborado en algunas fases de este trabajo.*

*Miguel Angel Casado y Mari Fé Schmitz revisaron algunos capítulos, realizando interesantes aportaciones.*

*La Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional de la Comunidad de Madrid y el Departamento Interuniversitario de Ecología de Madrid, me han permitido desarrollar este trabajo mediante la concesión de una beca de investigación.*

*José Vicente de Lucio, director de este trabajo, me ha resuelto no pocas dudas, realizando oportunas sugerencias cuando parecía que no existían salidas. Nuestras discusiones siempre han sido enriquecedoras. Además, junto a Paco Pineda me metió en este lío.*

*Gracias sobre todo a mis padres. Siempre me han ayudado con gran esfuerzo, apoyándome en cuantas decisiones he tomado.*

*Olga ha sabido soportar durante estos últimos meses mis continuos cambios de humor, ayudándome cada vez que se lo he pedido.*

*Gracias a todos.*

*Jamás podré olvidar una puesta de sol, que allá en el último otoño, ví con mis compañeros y alumnos de la Institución Libre desde cerca de las Guarramillas ..... No recuerdo haber sentido nunca una impresión de recogimiento más profunda, más grande, más solemne, más verdaderamente religiosa. Y, entonces, sobrecogidos de emoción, pensábamos todos en la masa enorme de nuestra gente urbana, condenada por la miseria, la cortedad y el exclusivismo de nuestra detestable educación nacional, a carecer de esta clase de goces, de que, en su desgracia, hasta quizás murmura, como murmura el salvaje de nuestros refinamientos sociales; perdiendo de esta suerte el vivo estímulo con que favorecen la expansión de la fantasía, el ennoblecimiento de las emociones, la dilatación del horizonte intelectual, la dignidad de nuestros gustos y el amor a las cosas morales que brotan siempre al contacto purificador de la Naturaleza.*

*F. Giner de los Ríos.*

*Paisaje. De la Ilustración Artística de Barcelona, 1885.*

## *Capítulo 1*

---

### ***Introducción.***



---

## ***1. Caracterización del problema.***

### ***1. 1. La cosecha recreativa. Paisaje y recursos naturales.***

Los espacios naturales, los lugares más silvestres de nuestro entorno, cumplen importantes funciones ecológicas, pero también aparecen como uno de los principales destinos de ocio de la sociedad actual.

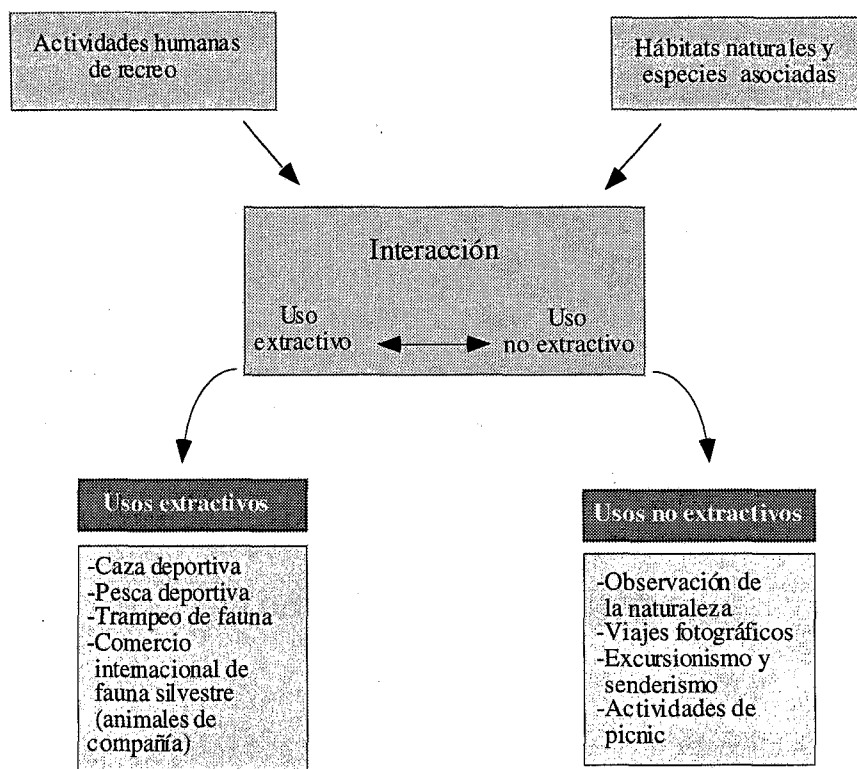
Los bosques, además de producir madera, desempeñan otras funciones ecológicas (prevención de la erosión, fijación y almacenamiento de carbono orgánico, preservación de material genético) y sociales (conservación de sistemas de usos tradicionales del territorio, aportación de valores pedagógicos, culturales y recreativos). A esta última función se refería el profesor Fernando González Bernáldez cuando acuñó el término “cosecha recreativa”. Es decir, proporcionan un beneficio económico derivado del bienestar que obtienen quienes transitan por estos espacios arbolados. De igual forma, estas funciones pueden ser aplicadas a los espacios naturales en general y a los paisajes en particular.

La definición clásica de recurso natural ha sido ampliada en los últimos años. El paisaje, el aire puro o la diversidad de especies, se han incorporado como recursos naturales al cumplir la condición de ser bienes escasos o susceptibles de degradación.

La decisión humana de usar un material o un entorno natural, permite etiquetarlo como recurso (Simmons, 1982). La decisión de iniciar una actividad lúdica implica la puesta en marcha de una serie de recursos económicos. Si la actividad se realiza al aire libre, puede incluso comportar desde el desplazamiento en un medio de transporte, hasta la extracción del entorno natural de un elemento de cierto valor, como sucede en la caza deportiva. En cualquier caso, la simple contemplación de un paisaje natural conlleva la utilización de un recurso.

Una peculiaridad de la utilización de los recursos naturales para el ocio y el recreo, consiste en que ésta se produce mayoritariamente en una modalidad “no extractiva”, es decir, la satisfacción recibida por el uso del recurso no implica su apropiación y consumo.

El uso no extractivo de la naturaleza proporciona mas que un producto una experiencia (Wagar, 1969). Según esto, las actividades que una persona realiza en ambientes naturales no detraen ningún valor a las experiencias o actividades disponibles para otra persona en esta misma área (Duffus y Dearden, 1990) (Figura 1.1).



**Figura 1.1.** Relación de usos recreativos de la vida silvestre (Modificado de Duffus y Dearden, 1990).

La principal diferencia del uso “extractivo” y “no extractivo”, es que el primero no necesita extraer o consumir una producción de los ambientes naturales. Dentro de estas actividades se puede incluir la observación de la naturaleza (fauna, flora, formaciones geológicas), senderismo y excursionismo, picnic. Quedarían fuera de esta categoría otras actividades que requieren ciertas infraestructuras o determinados espacios, como deportes náuticos, hípica, esquí, bicicleta de montaña, vehículos todo terreno, etc.

## 1. 2. Ocio y recreo. Conceptos previos.

Según la definición recogida en el Diccionario de la Real Academia de la Lengua, recreo es la acción de recrearse o divertirse. En cuanto al ocio, viene definido como la cesación del trabajo, inacción o total omisión de la actividad.

El Diccionario de la Naturaleza, coordinado por Ramos (1987), incluye la definición que hace del recreo el Websters New International Dictionary como la "recuperación de la fuerza y del espíritu a través del esfuerzo, de la diversión o del juego".

De Gracia (1962) usó la palabra ocio en un sentido psicológico. El reclamaba que el ocio es realmente un estado de la mente en el cual uno es libre de las compulsiones del trabajo, el tiempo y otras normas poco estimulantes.

Según las ideas expresadas por Clawson y Knetsch (1966), el recreo puede entenderse como "una estimulación para el cuerpo y la mente mediante la realización de actividades o la planificación de inactividades sin presiones morales, sociales o económicas".

Para Knudson (1984), las actividades de recreo al aire libre, son definidas como todas aquellas actividades de ocio constructivas que tienen lugar en parques y otras áreas abiertas. Según este autor, existen una gran variedad de tipos de actividades clasificadas bajo el encabezamiento de recreo al aire libre, lo que en la literatura anglosajona se conoce como "outdoor recreation", y que incluyen entre otras las que aparecen en la Tabla 1.1.

**Tabla 1.1.** Variedad de actividades de recreo al aire libre según Knudson (1984).

Actividades de desplazamiento	Actividades de aventura	Actividades sociales	Actividades estéticas y artísticas
Paseos y excursiones a pie	Viajes de supervivencia	Juegos y deportes	Contemplación de monumentos
Bicicleta	Montañismo	Camping	Fotografía
Equitación	Escalada	Picnic	Pintura
Conducir por placer	Recorrer rápidos en ríos		Trabajos manuales
Canoas y vela	Globo		Estudio de la naturaleza
Esquí náutico	Ala delta y parapente		
Esquí de nieve	Descenso de cañones		
	Submarinismo		
	Caza y pesca		

Hammit y Cole (1987) definen el recreo como una actividad que ofrece un contraste con las tareas relativas al trabajo diario, aportando la posibilidad de obtener beneficios constructivos, regeneradores y placenteros.

Van der Zee (1990) va un poco más lejos, centrando el concepto en uno de sus aspectos cuando afirma que "el recreo es una forma de uso del territorio", acercándose a la visión que sobre el tema desea abordar nuestra investigación.

Para la Unión Mundial para la Conservación (UICN, 1994), habría que considerar el recreo como una verdadera re-creación, una desintoxicación de la mente y reanimación del espíritu, escapando de las presiones de la vida urbana y redescubriéndose uno mismo a través del contacto directo con la naturaleza, y de la belleza de los paisajes naturales.

Las palabras recreo y ocio se usan a menudo juntas. Ocio es básicamente un concepto de tiempo. Mientras que recreo es un concepto de actividad. Ocio es tiempo libre o tiempo discrecional. Recreo es un tipo de uso de ese tiempo.

El fenómeno recreativo ha ocupado siempre una parcela más o menos extensa dentro de las actividades humanas a lo largo de la historia.

El primer y más importante escenario recreativo y de ocio lo constituye la naturaleza. Así ha quedado plasmado en multitud de representaciones artísticas, con escenas de caza en antiguas culturas, desde las más primitivas, como las pinturas rupestres aparecidas en diferentes cuevas y abrigos, que sin obviar el significado que la caza representaría como recurso natural para aquellos hombres, tendría en algunos casos un marcado componente recreativo; hasta las escenas de cacería de anátidas presentes en diversas representaciones gráficas egipcias o los relieves asirios relativos a la caza de leones.

Para los griegos el ocio tenía al mismo tiempo implicaciones culturales y religiosas. Sus santuarios se emplazaban en entornos naturales e incorporan toda una suerte de actividades, constituyendo una primera referencia cultural del valor que el recreo y el ocio tendrán en las civilizaciones más avanzadas.

En Roma el ocio adquiere un carácter marcadamente urbano, con la creación de algunos edificios especializados para la práctica de determinadas actividades relacionadas con el ocio. Este significado va a cambiar en el medievo, perviviendo en otras formas y modelos, torneos medievales, cacerías, etc.

Con el Renacimiento el recreo, el goce y el cuidado del cuerpo y la mente encuentran una nueva dimensión. A partir de aquí se abre un movimiento cultural completo que adquiere su máximo desarrollo en la Ilustración, el Romanticismo y las corrientes científicas de los siglos XVIII y XIX. Este movimiento es complejo y posee multitud de facetas: científica, literaria, artística, exploratoria, ociosa, ética y educativa (Martínez de Pisón, 1984).

En este último siglo, sobre todo en la segunda mitad, el ocio y el recreo han experimentado un fuerte crecimiento. Las mejoras en el nivel de vida han conseguido que en las sociedades industriales se vea incrementado el tiempo dedicado a las actividades de recreo. Así mismo se han desarrollado diversos estudios sobre evolución del tiempo dedicado a actividades de ocio. Entre ellos destacan las previsiones realizadas por la ORRRC (Outdoor Recreation Resources Review Commission) (1960) y el trabajo publicado por el BOR (Bureau of Outdoor Recreation) (1967), del cual se ha extraído la Tabla 1.2.

**Tabla 1.2.** Evolución de la participación en actividades de ocio en EE. UU. Fuente: ORRRC (1960).

Año	Participación en actividades de ocio en miles de millones de veces
1960	4,2
1980	10,1
2000	16,8

Estamos inmersos en la llamada "sociedad del ocio". En la actualidad el ocio no es sólo un derecho, un privilegio, al que solo una élite consigue tener acceso, sino una experiencia cotidiana de masas. Por primera vez en las sociedades occidentales se ha producido el fenómeno denominado por

Marcuse "inversión histórica", es decir la duración media del tiempo libre ha superado a la del tiempo de trabajo. Una persona que viviera 70 años pasará el equivalente a 27 años de su vida de ocio o tiempo libre (Knudson, 1984).

### ***1. 3. El recreo: valor económico y social.***

El cambio de actitud con respecto a la naturaleza en el conjunto de la población, se traduce en un aumento de la sensibilidad ambiental. Las nuevas condiciones económicas y sociales, la modificación de los hábitos turísticos y recreativos, con un desarrollo espectacular de las actividades en la naturaleza y el incremento en la demanda de bienes con notable presencia de elementos naturales, ha desembocado en una revalorización de los paisajes silvestres y montaraces, convirtiéndose en un bien económico cada vez más demandado y escaso. Como tal, el recurso y las actividades recreativas que generan, deberían someterse al análisis económico. El valor económico de un recurso va ligado a la idea de escasez del mismo.

Ciertas posturas clásicas creían imposible evaluar en forma monetaria los beneficios derivados del recreo en la naturaleza, aludiendo a su peculiar característica por carecer de un precio de mercado, lo que se conoce en la literatura de economía como intangibles ambientales.

A pesar de estas reticencias, existían ya en el siglo pasado algunos trabajos pioneros que adjudicaban un valor monetario a los elementos intangibles del ambiente (Delpit, 1844). Sin embargo, es desde mediados de este siglo cuando se producen una serie de informes sobre la valoración económica del medio ambiente y las actividades recreativas que éste genera. Efectivamente los estudios sobre evaluación económica de las actividades recreativas surgen en EE.UU. a finales de la década de los años cincuenta, conjuntamente con la creación de la ORRRC (Outdoor Recreation Resources Review Commission).

El interés despertado por los costes económicos del recreo estaba en estrecha relación con el rechazo de numerosos proyectos de construcción de embalses, al haberse comparado sus costes de construcción y operación con los beneficios directos (excluyendo los relacionados con aspectos recreativos), y que algunos de estos proyectos se habrían realizado y su inversión habría sido justificada si se hubiese tenido en cuenta las estimaciones sobre los beneficios del recreo (Trice y Wood, 1958).

En 1947 el economista Harold Hotelling, esboza por primera vez un método de análisis basado en los costes de viaje a los parques, y en el concepto económico del excedente del consumidor (National Park Service, 1949). Clawson (1959) publica un primer trabajo desarrollando la idea de Hotelling. El método de Clawson es comentado y revisado por Knetch (1963) y da lugar a la publicación de un trabajo con la participación de ambos (Clawson y Knetch, 1966). Desde esta última fecha se ha diversificado el número de estudios, los métodos empleados en la valoración y los aspectos recreativos que intervienen en los mismos, obteniendo mayor preponderancia aquéllos que se basaban en la disposición al pago de los visitantes por disfrutar o conservar determinados lugares (Contingent Valuation Methods) o en los gastos producidos en la visita a determinados enclaves naturales (Travel Cost Methods) (McAllister y Klett, 1976; Usher, 1977; Lioukas, 1982; Christensen, 1985; Hensher y Truong, 1985; Truong y Hensher, 1985; Vyslovzil, 1988; Harris *et al.*, 1989; Walsh *et al.*, 1989; Walsh *et al.*, 1990; Willis, 1990; Halstead *et al.*, 1991).

El recreo al aire libre no puede ser considerado como un bien económico gratuito. Aunque su precio de mercado pueda ser nulo o muy próximo a cero, todos los bienes y servicios compiten por los recursos de tiempo y de dinero que poseen los consumidores. Una medida del coste de cualquier actividad viene dada por el valor de la alternativa previa más valiosa que se haya sacrificado al elegir la primera.

Así, este tipo de recursos ambientales puede carecer de precio, pero generan toda una serie de beneficios económicos, psicológicos y para la salud (Garrido *et al.*, 1994).



Son numerosos los beneficios que proporciona una experiencia recreativa, tanto directamente para el sujeto que la realiza, como indirectamente sobre determinados aspectos económicos del entorno donde se desarrolla esta actividad.

Diversos autores han analizado el rendimiento económico de las actividades recreativas (Krutilla y Fisher, 1975; Kealy y Bishop, 1986; van Miegroet, 1987; Bockstael *et al.*, 1987; Rosenthal, 1987; Marszalek, 1988; Smith y Kaoru, 1990; Sievanen, 1991; Countryside Commission, 1992; Pevetz, 1991; Benson, 1992; McConnell, 1992).

Los intereses de las actividades recreativas no afectan únicamente a la preservación de los espacios naturales, sino que también se ven implicadas las políticas de las diferentes administraciones del Estado: presupuestos, planificación y manejo de recursos naturales, localización industrial, estrategias de diseño y planificación de espacios naturales protegidos, diseño de ciudades, desarrollo, construcción de vías de comunicación, etc.

El valor económico se da por que existen beneficios, entre otros, los beneficios psicológicos y para la salud, que proporciona el contacto con la naturaleza, demostrados en varios trabajos por diferentes autores (Ulrich, 1979, 1981; Kaplan y Talbot, 1983; Kaplan, 1984; Parry-Jones, 1990; Harting *et al.*, 1991).

Algunas investigaciones desarrolladas en el campo de la psicología ambiental han puesto de manifiesto la aversión que sienten los habitantes de las ciudades hacia éstas, y sus preferencias por ambientes naturales o rurales (Ulrich, 1992). Los elevados niveles de complejidad visual, intensidad de ruidos y movimientos parecen ser las causas de estas tendencias, abrumando y fatigando los sistemas de percepción humanos, produciendo estrés o evitando la recuperación de dicho estrés (Milgran, 1970; Cohen, 1978). Se han realizado más de cien estudios a nivel internacional sobre las experiencias de actividades de ocio en espacios naturales y grandes parques urbanos, concluyéndose en todos ellos que la reducción del estrés es uno de los principales beneficios percibidos (Knopf, 1987; Schroeder, 1989).

Los beneficios económicos y sociales derivados de la afluencia de visitantes, y el desarrollo de actividades recreativas en espacios naturales, han sido analizados en gran cantidad de trabajos, abordando el problema desde distintas perspectivas: desde el desarrollo de iniciativas empresariales familiares (Granell y Biescas, 1993), hasta la generación de empleos por parte de organismos públicos y dinamización del sector servicios (Bibelriether, 1990; Marszalek, 1988; Koch y Kennedy, 1991; Sievanen, 1991; Alba, 1993).

#### **1. 4. Recreo y conservación.**

En general, las actividades recreativas suelen demandar recursos naturales en forma de bosques, fauna salvaje o paisajes de calidad que sólo pueden encontrarse en las áreas naturales. Este hecho ha sido determinante para el establecimiento de fuertes vínculos entre el uso recreativo de la naturaleza y su conservación.

En EE.UU., en 1851, se publica la First Park Act, con el claro objetivo de proveer tierras de uso público, desarrolladas como parques de recreo general. En 1864 el Congreso de EE.UU. cede al Estado de California el Yosemite Valley para su uso como parque estatal para el recreo de los ciudadanos. Por primera vez aparece implícito un espíritu de unión entre conservación de la naturaleza y disfrute recreativo de la misma

Después de una expedición oficial del gobierno de los Estados Unidos buscando nuevas tierras al noroeste del futuro estado de Wyoming en el año 1872, el abogado Cornelius Hedges ofreció al regreso proponer el paraje conocido por Yellowstone como un gran parque al servicio de la nación y, en su propuesta al Congreso Americano escribía: *"Me parece que Dios hizo esta región para que todo el pueblo y todo el mundo vea y se regocije para siempre"* (Carta de Cornelius Hedges al Congreso de los EE.UU.). Por primera vez en la historia se preserva un espacio natural de su explotación para el disfrute y la contemplación por el hombre.

Este movimiento de preservación de los espacios naturales en EE.UU estaba apoyado por nombres tan influyentes como el de John Muir (1838-1914) que escribía en este sentido ...*"Todo el mundo necesita belleza lo mismo que pan, lugares donde jugar y rezar, donde la naturaleza pueda dar contento y fuerza al cuerpo y al alma"*... (Ramos, 1993).

En la Presentación de la Ley Española de Parques Nacionales de 1916, ya se hacía referencia a este binomio recreo-conservación:...*"No bastan ya en efecto, los paseos o parques urbanos, que todas las ciudades han procurado tener como lugares de esparcimiento y de higiénico ejercicio, sino que se requiere además, que haya Parques Nacionales; esto es, grandes extensiones de terreno dedicado a la higieneización y solaz de la raza,..."*. Uno de los tres artículos de la citada Ley establece la creación de los Parques Nacionales con *"...el exclusivo objeto de favorecer su acceso por vías de comunicación adecuadas..."* se supone que con ello se facilitaría el uso recreativo de los mismos.

En las Instrucciones para la Ordenación de Montes de 27 de enero de 1930, consideraba como montes o rodales reservados por sus beneficios indirectos, entre otros, aquellos que estaban destinados a recreo urbano u ofrecieran *"...en su actual estado o debidamente tratados, condiciones para atraer a la población de las ciudades y centros industriales"*.

Sin embargo, en la Ley de Montes de 8 de junio de 1957 y en su Reglamento de 22 de febrero de 1962, no se hacía ninguna referencia al uso recreativo o de esparcimiento de los Parques Nacionales, sino que el único objetivo de creación es su conservación y preservación.

Las Instrucciones de Ordenación de Montes Arbolados de 29 de diciembre de 1970, incluyen la utilización recreativa de los predios, debiendo considerar los proyectos en aquellos montes que así lo demanden, los denominados *"cuarteles de recreo"*, en los que se debe dar preferencia *"al estudio de las características o condiciones que se ofrecen al esparcimiento"*.

En el artículo 6 de la Ley 15/1975, de 2 de mayo, de Espacios Naturales, declaraba Parques Nacionales a aquellos espacios naturales de relativa

extensión que entre otras características *"...tengan un destacado interés cultural, educativo o recreativo en los que existan paisajes naturales de gran belleza"*.

Por ultimo, en la vigente Ley 4/89, de 27 de marzo, de Conservación de Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, establece que en los Parques Nacionales *"...se facilitará la entrada de visitantes con las limitaciones precisas para garantizar la protección de los mismos"*.

Se observa, cómo desde los primeros titubeantes comienzos en la declaración de espacios naturales protegidos, va implícita una filosofía que apuesta por el uso recreativo de estos lugares. En la evolución de estas ideas en las que se plasma el binomio conservación-recreo, se ha dado un último e importante paso cuando en 1994 la Unión Mundial para la Conservación (UICN), incorpora estos criterios en su Plan de Acción para las Areas Protegidas de Europa ... *"Aparte de las consideraciones éticas, el uso recreativo de los espacios protegidos puede conducir a un apoyo más fuerte para ellos por parte de los visitantes. Este es ya el caso de muchos espacios protegidos. La recreación une a los parques y visitantes y favorece el entendimiento mutuo"*. (UICN, 1994). Entre las recomendaciones que se hacen en el citado documento, destaca en este sentido la siguiente: *"Los organismos ambientales deberían reafirmar que la recreación pública es un uso primario y deseable de la mayor parte de los espacios protegidos, especialmente los de las Categorías II y V de UICN, con la debida protección para los parajes más vulnerables. Los gestores de los espacios protegidos deberían dar más énfasis a la importancia de los espacios protegidos como lugares de recreo, y a la mejora de la calidad de vida. Los visitantes de los espacios protegidos deberían sentirse siempre bienvenidos, pues todos son aliados potenciales"* (UICN, 1994).

### **1. 5. Actividades recreativas en espacios naturales, evolución de la demanda.**

El nacimiento de los grandes Parques Nacionales norteamericanos a finales del siglo XIX, con Yellowstone a la cabeza, marca el inicio de la conservación de grandes áreas naturales, que habían sido apartadas por el hombre de la explotación de sus recursos, significando al mismo tiempo el comienzo de un continuo peregrinar de visitantes, con el objetivo de admirar y disfrutar de esos valores naturales.

Desde aquellas fechas y hasta las primeras décadas de este siglo, el acercamiento a la naturaleza se produce, tomando como punto de partida los pequeños grupos de científicos, conservacionistas, excursionistas y naturalistas que surgen en esta época en el mundo occidental. España se adhiere a estos movimientos, creándose diferentes grupos con dos polos principales, en Cataluña la Sociedad Excursionista Catalana, y en Madrid diferentes asociaciones aunadas por la Institución Libre de Enseñanza, y entre las que destaca la Real Sociedad de Alpinismo Peñalara, fundada en 1913, presidida por Constancio Bernaldo de Quirós. El propio Bernaldo de Quirós ya preveía la masiva afluencia hacia determinados rincones de naturaleza virgen. Así, refiriéndose a La Pedriza de Manzanares, escribía en 1915:

*"...región inédita de extraordinaria originalidad y belleza, con gran dificultad de acceso. Una de estas dificultades (su apartamiento de la vía férrea), está aún por resolver y acaso siga estando, para bien, largo tiempo..."*<sup>1</sup>

Asociado al fuerte crecimiento del tiempo dedicado al ocio y recreo durante la segunda mitad de este siglo, se detecta en las últimas décadas un aumento espectacular de la afluencia de visitantes a los espacios naturales, y de forma especial a los espacios naturales protegidos. A modo de ejemplo se pueden aportar algunas cifras ilustrativas: Más de 300.000 personas utilizaron durante

---

<sup>1</sup> Actualmente en "La Pedriza" recibe unas 400.000 visitas /año.

1993 los seis caminos más importantes del Parque Nacional Snowdon en el Reino Unido (Collins, 1993). En este mismo país, los Parques Nacionales reciben un total de 103 millones de visitas al año (FNNPE, 1993). El área de Los Lagos en Plitvice (Croacia) atraían, antes de la guerra en los Balcanes, más de 1 millón de visitas al año (Cambridge Economic Consultants, 1993). Los Alpes son visitados por más de 100 millones de turistas todos los años, el 40% durante el período vacacional y el 60% en fines de semana (Partsch, 1991). El Bavarian Forest National Park en Alemania tiene 1,5 millones de visitas al año (Bibelriether, 1990). En el White Mountain National Forest en EE.UU. se contabilizan unos 6 millones de visitantes por año (Kacpizynski, 1990). Los espacios naturales protegidos en Japón presentan al año unos 908 millones de visitas (Dulton, 1992). Los Parques Nacionales de EE.UU. recibieron durante 1990, 270 millones de visitas (Mitchell, 1994).

España es actualmente el segundo destino turístico mundial después de Francia. Nuestra industria turística, uno de los ejes sobre el que gira nuestra economía, tiene un consumo de cuatro billones de pesetas por año (9% del P.I.B.), con 63 millones de visitantes en 1995 (Secretaría General de Turismo, 1996), sustentada sobre todo, en un turismo de costa y sol que ha completado su ciclo de desarrollo tocando techo, y en la actualidad, únicamente mantiene su pujanza gracias a los conflictos bélicos en los Balcanes o a la expansión integrista islámica en algunos destinos habituales del entorno mediterráneo.

Las nuevas tendencias del turismo interior y ciertas demandas exteriores, apuntan en esta última década hacia un turismo de naturaleza, con enormes potencialidades en nuestro territorio. El Plan FUTURES (Plan Marco de Competitividad del Turismo Español) durante los años 1992-1995, ha subvencionado con más de 3.440 millones de pesetas actuaciones en nuevos productos turísticos de los cuales un 34% han favorecido el desarrollo de actividades recreativas en la naturaleza. La Iniciativa Comunitaria LEADER I cuyo objeto era demostrar la posibilidad de impulsar el desarrollo de las comarcas rurales mediante un enfoque integrado, ha dedicado 404 proyectos

(4.372 millones de pesetas) al diseño y creación de oferta complementaria de actividades recreativas y deportivas en la naturaleza (Blanco, 1995).

La expansión de este tipo de turismo, es en la actualidad un fenómeno imparable, algunos aspectos nos dan buena muestra de ello: \* interminable lista de vocablos para su designación (*ecoturismo, turismo de aventura, agroturismo, turismo rural, turismo deportivo, turismo activo*), \* actividades desarrolladas (en una exhaustiva recopilación se han encontrado hasta 56 actividades distintas relacionadas con el ocio y el recreo en la naturaleza), \* empresas creadas (más de 1200 entidades ofrecen actividades recreativas en la naturaleza)(Blanco, 1996), \* publicaciones aparecidas (sólo en publicaciones de carácter semanal o mensual, se han contabilizado hasta 48 títulos distintos relacionadas con las actividades recreativas en la naturaleza), \* apoyo institucional a través de macroprogramas de ámbito nacional y europeo (FUTURES, LEADER I Y II) e \* iniciativas promovidas por instituciones locales y autonómicas de todo el Estado, mediante la elaboración de normativas en turismo rural, convocando reuniones, jornadas, congresos y cursos, estableciendo subvenciones y ayudas.

En el año 1973 el ICONA calculaba una afluencia máxima de 4,2 millones de personas/año a las áreas recreativas de todo el territorio nacional (ICONA, 1975). Para el año 1982 se dan unas cifras de unos 20 millones de personas que anualmente visitan los Parques Nacionales y Naturales, los parques y áreas recreativas en montes públicos, los campamentos y aulas de naturaleza (Aboal, 1982). En el año 1995 los datos aportados por este mismo organismo sobre visitantes únicamente a los Parques Nacionales, superan en la actualidad los 7,2 millones (Fuente: Centro de Documentación de Parques Nacionales. ICONA). En la Tabla 1.3 se puede observar el número de visitantes a algunos espacios naturales protegidos en el territorio español.

**Tabla 1.3.** Número de visitantes/año (1994) a algunos espacios naturales protegidos en España. Fuente: Centro de Investigación "Fernando González Bernáldez", ICONA y elaboración propia.

Espacio Natural	Número de visitantes
Parque Natural Sierra de Baza	70.000
Parque Natural Lago de Sanabria	420.000
Parque Regional Sierra de Espuña	500.000
Parque Regional Carrascos y el Valle	1.900.000
Parque Regional Salinas y Arenales de S. Pedro	300.000
Parque Regional Calblanque, M. Cenizas y P. del Aguila	100.000
Parque Natural Sierra de Hornachuelos	30.000
Parque Natural Sierras Subbéticas	60.000
Parque Regional Cuenca Alta del Manzanares	750.000
Parque Nacional Aigües Tortes	500.000
Parque Nacional Montaña de Covadonga	941.000
Parque Nacional Ordesa y Monte Perdido	650.000
Parque Nacional Tablas de Daimiel	83.746
Parque Nacional Doñana	202.954
Parque Nacional Archipiélago de Cabrera	32.226
Parque Nacional Teide	2.434.152
Parque Nacional Caldera Taburiente	212.179
Parque Natural Cazorla, Segura y las Villas	700.000
Parque Natural Monte Aloia	120.000
Parque Natural Islas Cíes	150.000
Parque Natural Lagunas de Ruidera	85.000
Parque Natural Delta de l'Ebre	950.000
Parque Nacional Garajonay	450.000
Parque Nacional Timanfaya	1.757.513
Parque Natural Cañón del río Lobos	140.000

En el caso de la Comunidad de Madrid esta demanda, ha desbordado todas las previsiones apuntadas por algunos estudios elaborados en décadas anteriores (COPLACO, 1976; COPLACO, 1980b; Secretaría de Estado de Turismo, 1981). En este último informe, titulado "Plan de Aprovechamientos de los Recursos Turísticos de Madrid y su Sierra", se realizaban algunas previsiones sobre la afluencia turística a determinadas comarcas madrileñas. En la zona de



influencia de Manzanares el Real, (Manzanares, Soto del Real, Mataelpino, Cerceda, El Boalo) se preveía para el año 1990, 50.000 visitantes, cifra muy por debajo de la realidad actual. Sólo el área de La Pedriza recibió en 1985, 122.180 visitas, para pasar a 204.096 en 1991, 309.345 en 1994 y 350.000 en 1995. Para la zona de influencia de Buitrago, Sierra del Rincón, se apuntaban unas perspectivas para 1990 de 7.400 visitas. Sin embargo, únicamente la senda del Hayedo de Montejo recibió durante 1994, 22.500 visitas, mientras que el Centro de Recursos de Montaña de Montejo de la Sierra recibió en este mismo año unas 75.000 visitas aproximadamente. Se calculan en más de 2.750.000 las visitas que reciben al año los espacios naturales de nuestra Comunidad (Gómez-Limón *et al.*, 1994).

Enclaves tan singulares como La Pedriza, el Valle de la Fuenfría o Peñalara, con unas características ecológicas que los hacen únicos, no sólo en nuestra región sino a nivel nacional, pueden llegar a soportar afluencias de hasta 5.000 personas/día en determinadas fechas.

El crecimiento del uso recreativo en espacios naturales protegidos representa una fuente de recursos, un servicio público y un sistema para obtener respaldo social de cara a la conservación, pero también una amenaza para estos espacios si no se planifica o regula su utilización de forma ordenada.

---

## ***2. Planificación y gestión del uso recreativo en áreas naturales.***

### ***2. 1. Antecedentes y estudios preliminares.***

Inmediatamente después de la II Guerra Mundial, se produjo una enorme explosión en cuanto a la utilización por el público de las áreas y espacios de recreo. Por aquella época eran muy pocos los profesionales que se dedicaban al estudio y planificación del ocio, con pocas herramientas para hacer frente a las crecientes demandas que surgían.

A continuación, se realiza un repaso a los principales aspectos y enfoques más relevantes que han marcado los estudios sobre el recreo y las actividades recreativas.

### 2. 1. 1. Los inicios. Estudios de carácter general.

Una fecha de referencia en los estudios sobre uso recreativo del territorio es 1958, año de creación de la Outdoor Recreation Resources Review Commission (ORRRC) en EE.UU.

Como punto esencial de referencia en el conocimiento del fenómeno del ocio están los informes publicados por este organismo desde 1962, entre los que destacan: *Trends in American Living and Outdoor Recreation*, Washington, D.C.; *National Recreation Survey, Study Report 19*, Washington D.C. y *Participation in Outdoor Recreation: Factors Affecting Demand Among American Adults, Study Report 20*, Washington D.C.

El Gobierno Federal Norteamericano, a través del Bureau of Outdoor Recreation primero, y del Heritage, Conservation and Recreation Service después, financia la realización de encuestas periódicas de ámbito nacional en el sector de la recreación, habiendo confeccionado en 1973 un Plan Nacional en materia de esparcimiento al aire libre, hecho público bajo el título: *Outdoor Recreation: A Legacy for America*.

Las actas y trabajos de la conferencia celebrada en Ottawa en 1961 bajo el lema *Resources for Tomorrow*, constituyeron en su día el primer estudio de ámbito nacional elaborado en Canadá sobre el tema del recreo.

En el Reino Unido fueron dos los estudios que aportaron los datos básicos de partida en este campo: en 1967 el de Rogers, titulado *Pilot National Recreation Survey of Britain*, y en 1969 el de K. K. Sillitoe, *Planning for Leisure*.

En Australia se inició en 1973 una investigación a nivel nacional, mediante el trabajo de Bloomfield publicado bajo el título *The Role, Scope and Development of Recreation in Australia*, al que siguió en 1975 la celebración de una Conferencia Nacional, cuyos trabajos y conclusiones se recogieron en el volumen titulado *Leisure: A New Perspective*.

### ***2. 1. 2. Estudios y modelos sobre planificación de actividades recreativas.***

En los últimos treinta años han surgido una serie de metodologías de planificación del recreo, que pretenden ayudar a los responsables de espacios naturales a tomar decisiones en la gestión de la actividad recreativa en estas áreas. Algunas de estas metodologías se han basado en la afluencia y distribución de visitantes.

#### ***Estudios asociados a modelos***

##### **Capacidad de Carga.**

El concepto de capacidad de carga se ha utilizado de forma tradicional para definir esta propiedad del medio de absorber cierta intensidad de explotación, relacionando la calidad del recurso y la utilización del área. Se identifica el nivel apropiado de uso recreativo que puede ser mantenido por los recursos medioambientales del área. La primera vez que se utilizó fue en estudios sobre visitantes en las Sierras de California (Sumner, 1942). Sumner observó como existía un “punto de saturación recreativa” por encima del cual, continuos incrementos de uso podrían destruir las cualidades de un área natural. Wagar (1964) publicó un amplio trabajo discutiendo el concepto de capacidad de carga en gestión del uso recreativo, definiendo por primera vez el concepto como “el nivel de uso recreativo que un área puede mantener sin deteriorar la calidad del recreo”.

El concepto es apropiado cuando se refiere a la extracción de recursos, resultando muy útil su aplicación en gestión de poblaciones de animales. Un pastizal tiene cierta capacidad de carga ganadera que estará en función de la cantidad de alimento disponible, si se introduce más ganado no habrá suficiente alimento para todos. Desde el punto de vista recreativo, la capacidad de carga se podría definir como el número máximo de visitantes que pueden acceder a un lugar por encima del cual la calidad ambiental y recreativa del entorno se deteriora de forma irreversible.

Se han escrito y publicado más de 2.000 artículos sobre el concepto de capacidad de carga (Ashton y Chubb, 1972; Stankey, 1973; Ditton, 1974; Lucas y Stankey, 1974; Wagar, 1974; Plfister y Frenkel, 1975; Frissell *et al.*,

1980; Stankey, 1980; Stankey, 1982a; Stankey 1982b; Washburne, 1981; Stankey y McCool, 1984; Drogin *et al.*, 1986).

Varios estudios han propuesto fórmulas para estimar numéricamente la capacidad de carga recreativa. Algunas de estas fórmulas representan adaptaciones de ecuaciones desarrolladas para otros fines (Ecuación Universal de la Pérdida de Suelo). Van Wagtendonk (1983) desarrolló una fórmula base de aproximación a la capacidad de carga en Yosemite National Park. Esta fórmula estaba basada en dos puntos: 1-. establecer unos coeficientes estandarizados del número de personas en un momento determinado (number of People At One Time) (PAOT) por acre y por sendero, y 2-. establecer cuatro determinantes ecológicos relativos a la fragilidad del sistema.

Sin embargo, los progresos son muy limitados cuando se intenta aplicar la teoría a la práctica. Algunos autores han cuestionado la validez del concepto de capacidad de carga aplicado a la actividad recreativa (Bury, 1976; Burch, 1981; Washburne, 1982; Jubenville y Becker, 1983).

#### Límite del Cambio Aceptable (LAC).

Como alternativa en la resolución de los problemas planteados por la capacidad de carga, surge el concepto de Límite de Cambio Aceptable (L.C.A.), cuyas líneas maestras fueron esbozadas por Lime (1970) y Frissell y Stankey (1972). Actualmente su aplicación sigue resultando efectiva (Stankey *et al.*, 1984; Ashor, 1985; Marion *et al.*, 1985; Stankey *et al.*, 1985; Stokes, 1986; Steven *et al.*, 1989; Roggenbuck *et al.*, 1993)

El L.C.A. representa un sistema de planificación donde se combina por medio de una serie de fases, la evaluación técnica con juicios subjetivos expresados por los gestores y usuarios sobre aquello que constituye un uso apropiado de un área. Sin embargo, la aportación más significativa del L.C.A., y sobre la que en este trabajo se ha incidido, es la definición de unas condiciones estándar que proporcionan la base para juzgar si una determinada condición del área recreativa es aceptable o no, determinando las condiciones de uso mínimamente aceptables requeridas en un área. De la comparación entre las condiciones inventariadas con los estándares

propuestos, saldrá la identificación de los problemas y las acciones de gestión oportunas. Aquellas áreas cuyas condiciones ambientales sean mejores que las estándar, no tendrían necesidad de introducir cambios en su gestión. Si las condiciones ambientales del área son peores que las establecidas como estándar, será preciso considerar nuevas medidas de gestión.

Básicamente mediante el L.C.A. es posible definir hasta qué punto el gestor de un área natural está en disposición de aceptar cierto deterioro a cambio de permitir el disfrute del recurso. La estimación del L.C.A. tiene por objeto establecer unos valores máximos de presión bajo los cuales no son alterados los recursos objeto de conservación. El problema metodológico consiste en detectar procesos o especies indicadoras de las posibles degradaciones ambientales causadas por los visitantes.

### *Estudios*

En España, destaca por su precocidad, el estudio sobre planificación territorial y recreativa elaborado por el GATEPAC (Grupo de Artistas y Técnicos Españoles para el Progreso de la Arquitectura Contemporánea), en sus dos vertientes, Grupo Este, que trabajaba en Barcelona y cuyo resultado fue el Proyecto de la "Ciutat de Repos i Vacances" en 1932, y el Grupo Centro, con sede en Madrid que elaboró el Proyecto de la "Ciudad Verde" en las riberas del Jarama. Este proyecto fue recogido en el Plan de Extensión del Ayuntamiento de Madrid, aprobado en 1933, donde quedaba significada la "necesidad de aprovechar los espacios y elementos de la naturaleza que puedan ser utilizados para esparcimiento y para la vida higiénica de la población", señalándose expresamente la atención requerida por la sierra de Guadarrama y las riberas del Jarama, donde se proyectaban diversas actuaciones de carácter recreativo. El proyecto en cuestión aportaba datos sobre afluencia de visitantes a las riberas del río Jarama, localizando tres puntos de visita masiva: 1. Aguas arriba del puente de Paracuellos; 2. Entre San Fernando de Jarama (pueblo) y la estación de tren del mismo nombre y en los alrededores de la estación de ferrocarril de Arganda, llamada La Poveda, concentrando entre los tres cerca de 70.000 visitas entre abril y septiembre de 1931 (De Terán, 1972). Este mismo proyecto y con el mismo

nombre, quedó incorporado al Plan Regional de 1939 redactado por el Comité de Reforma, Reconstrucción y Saneamiento de Madrid. Los Planes posteriores de 1941 y 1963 distorsionaron y redujeron considerablemente el primitivo planteamiento (Valenzuela, 1976).

A partir de 1972, el ICONA, haciéndose eco de las recomendaciones surgidas en el V Congreso Forestal Internacional de Seattle en 1960, redacta un Programa de Adecuación Recreativa de Areas Naturales, iniciando un masivo acondicionamiento en los montes administrados o tutelados por este organismo. Entre 1972 y 1977, el ICONA acondiciona en montes de utilidad pública 469 áreas recreativas y zonas de picnic, 129 zonas de acampada, 29 campings y campamentos (Valenzuela, 1984).

Con posterioridad se han realizado algunos estudios de planificación territorial, abordando el uso recreativo como un componente espacial (ICONA, 1974; COPLACO, 1975; ICONA, 1975; COPLACO, 1980a; CEOTMA, 1981; Aboal, 1982; Comunidad de Madrid, 1985a; Comunidad de Madrid, 1990a). Algunos estudios han realizado un tratamiento de la problemática recreativa desde el punto de vista de la ocupación del suelo, en el marco conceptual de la geografía humana (Valenzuela, 1977).

Algunos trabajos han incidido en la planificación recreativa, adjudicando distinta potencialidad de uso a diferentes tipos de bosques en función de su edad, densidad y pendiente del terreno (Pigram, 1983).

Baird e Ive (1989) estudian la forma adecuada de ubicar distintos tipos de actividades recreativas en sintonía con las características ambientales de diferentes zonas. Cesario (1980) intenta facilitar diferentes alternativas de localización de actividades recreativas, detectando la presión sobre el área objeto de estudio.

### **2. 1. 3. Estudios sobre valoración económica del recreo.**

Finalizando la década de los años 40, se comienza a utilizar el método del coste del viaje en la valoración de áreas naturales con funcionalidad recreativa (MaConnell, 1985; Chavas *et al.*, 1989; Freeman, 1993). El origen de su aplicación se encuentra en la petición realizada en 1949 a varios economistas por el Servicio de Parques Naturales de EE.UU., demandando sugerencias para medir los beneficios económicos de la existencia de estos parques. De estos supuestos nace el método que luego perfeccionarían Clawson y Knetsch. El planteamiento teórico del método está basado en la existencia de unos gastos producidos por el disfrute y visita a un determinado espacio natural. Por tanto, se intenta estimar cómo varía su demanda del bien ambiental (el número de visitas, por ejemplo), ante cambios en este coste de disfrutarlo (Azqueta, 1994).

Este método ha sido utilizado para valorar multitud de actividades recreativas y sus implicaciones colaterales, desde protección de marismas, aspectos recreativos de los bosques, espacios naturales de interés científico, caza y pesca deportiva, recreo en playas, deportes de aventura, zonas de especial interés para la observación de aves, valoración del agua como elemento recreativo en comparación con su uso agrícola en zonas áridas (Brown y Mendelsohn, 1984; Balkan y Khan, 1988; Chavas *et al.*, 1989; Ward, 1989; Bell y Leeworthy, 1990; Bergstron *et al.*, 1990; Willis, 1990; Willis y Garrod, 1991; Garrod y Willis, 1992; Hof y King, 1992; Hellerstein, 1993; Loomis, 1993).

En España destaca el estudio sobre valoración del uso recreativo de La Pedriza de Manzanares por Garrido *et al.* (1994) y los estudios realizados por Campos y Riera (1996) y Campos *et al.* (1996) sobre valoración económica del Parque Natural de Monfragüe y rentabilidad social de los bosques, respectivamente. Así mismo, el valor del uso recreativo de los espacios forestales madrileños ha sido contemplado en un estudio sobre valoración económica integral de los ecosistemas forestales realizado en la Comunidad de Madrid (Comunidad de Madrid, 1996).



#### **2. 1. 4. Estudios sobre tipologías y actividades de visitantes.**

Las características sociológicas de los visitantes a espacios naturales han sido estudiadas por autores como Lucas y Oltman (1971). En algunos casos se analizaron las preferencias de los usuarios hacia distintos modos de gestión del territorio (Hendee *et al.*, 1968; Murray, 1974), así como sus actitudes y comportamientos (Driver y Brown, 1978; Hendee y Harris, 1970; Jubenville, 1971).

Es importante destacar la labor desarrollada por el Servicio de Bosques del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA Forest Service). Durante la década de los 80, este organismo realizó numerosos trabajos sobre pautas de uso y características, actitudes y preferencias de los visitantes a espacios naturales.

En algunos estudios se ha clasificado a los usuarios utilizando análisis multivariantes basándose en las características sociológicas (Brown y Haas, 1980; Roome, 1983; Young, 1983), así como el tipo de actividades realizadas (Manfredo *et al.*, 1983; Collins y Hodge, 1984).

Dentro del análisis de los comportamientos y actitudes de los visitantes en espacios naturales, se ha estudiado la identificación de los parámetros o características de los sujetos que configuran los usos turísticos y recreativos (Virden y Schreyer, 1988). La participación de los ciudadanos en distintas actividades recreativas y sus actitudes hacia el medio (Jackson, 1986), la relación entre la participación y las características sociales (Settle, 1980), el comportamiento de los usuarios (Peterson y Lime, 1979), han sido también objeto de diferentes trabajos.

En España, en cuanto a la valoración de las expectativas de uso del territorio por parte de los visitantes al Parque Natural del Montseny y la catalogación de éstos según hábitos y características, destaca el estudio realizado por la Diputació de Barcelona (1985). En el campo de las preferencias paisajísticas, de Lucio y Múgica (1990) realizaron un exhaustivo trabajo sobre tipologías y actividades de los visitantes a cuatro parques nacionales españoles. En Múgica

(1993) se detectan patrones de preferencias paisajísticas entre los visitantes a espacios naturales.

#### **2. 1. 5. Estudios sobre prospección de los recursos recreativos.**

##### **Espectro de Oportunidades Recreativas (ROS).**

El ROS (Recreation Opportunity Spectrum) ha sido uno de los métodos de planificación más ampliamente utilizados. Es un modelo teórico propuesto por Brown y Driver (Brown *et al.*, 1978; Driver y Brown, 1978). El sistema se basa en la búsqueda de un amplio abanico de espacios o localizaciones capaces de satisfacer todo tipo de demandas recreativas (Clark y Stankey, 1979). Combina cualidades del medio natural, resumidas en el paisaje, las cualidades asociadas al uso recreativo (tipo e intensidad de uso) y las condiciones de gestión (infraestructuras, regulaciones). El concepto se apoya en las ideas de Wagar (1951; 1966) y Carhart (1961) sobre la importancia de proporcionar una gran diversidad de experiencias recreativas.

#### **2. 1. 6. Estudios sobre impactos producidos por los visitantes.**

Un aspecto primordial para el estudio que aquí desarrollamos es el de los efectos o impactos ambientales del uso recreativo en los espacios naturales, por ello le prestaremos una especial atención.

El grado y la importancia de los impactos ha sido objeto de numerosos estudios, así como de distintos sistemas de catalogación y clasificación para diferentes áreas de recreo y acampada, y para distintos tipos de actividades (Cole, 1982a; 1987; 1989; Weaver y Dale, 1978).

Las primeras investigaciones datan de finales de los años veinte y treinta (Meinecke, 1928; Bates, 1935), sucediéndose desde entonces los trabajos con mayor o menor profusión (Burden y Randerson, 1972; Helgath, 1975; Boden, 1977; Batten, 1977; Cole, 1978; Frissell, 1978; Weaver y Dale, 1978)

El tema es complejo y ha sido abordado desde diferentes perspectivas. Existen estudios de carácter general donde se analizan de manera detallada todos los componentes del ecosistema que pueden verse afectados: suelo, vegetación, fauna y cursos de agua (Bayfield, 1979; Ream, 1980). En otros casos únicamente se analiza el impacto sobre alguno o algunos de estos componentes (Gómez, 1985). Kuss (1986) estudió la relación entre los diferentes tipos fisionómicos de las especies vegetales y la intensidad de uso. Liddle y Greig-Smith (1975) en ecosistemas dunares de North Wales, comprobaron el incremento en la compactación del suelo en relación al aumento de la cantidad de tráfico rodado. La relación entre el porcentaje de suelo descubierto y de cobertura de vegetación con los puntos de dispersión-concentración de usuarios recreativos, fue abordada en algunos trabajos (Hylgaard y Liddle, 1981; Cole, 1985; Liddle, 1991).

En algunos estudios se evalúa el estado global de deterioro de un área concediéndose importancia a otros parámetros indicadores de impacto cuyos valores pueden ser estimados visualmente (Hammitt y Cole, 1987; Mortensen, 1989; Frissell, 1978). Otros trabajos han desarrollado modelos para evaluar el estado de deterioro de una determinada zona basándose en técnicas fotográficas (Rinehart *et al.*, 1978; Brewer y Berrier, 1984; Price, 1983). Se han realizado algunas investigaciones para valorar el impacto percibido por los gestores de un área natural respecto al percibido por los visitantes (Martin *et al.*, 1989). También se ha determinado la capacidad de acogida real de un área recreativa o de un tipo de ecosistema determinado (Morgan y Kuss, 1986; Wood, 1987; Cole, 1990).

A continuación se expone una detallada revisión de estudios de impactos producidos por actividades de ocio y recreo, presentando de forma separada los distintos factores ambientales objeto de investigación.

#### Impactos sobre el suelo.

El suelo absorbe gran parte de los impactos producidos por actividades recreativas, al servir de soporte físico para su desarrollo. El pisoteo distorsiona

todos y cada uno de los elementos principales que componen el suelo: materia orgánica, materia mineral, agua, aire y organismos vivos.

La materia orgánica del suelo se concentra en las capas más superficiales, de manera particular en la capa superior, denominada horizonte orgánico. Este es muy importante para el buen estado de conservación de los suelos, al jugar un papel primordial en su actividad biológica. En esta zona se promueven las relaciones con el agua, contribuyendo al incremento de la capacidad de absorción del suelo, haciendo decrecer la escorrentía superficial y aumentando la retención de humedad (Jones, 1978; Kuss, 1986). Supone una fuente continua de nutrientes y hace de capa amortiguadora para los horizontes minerales. Es la capa más vulnerable a la compactación y erosión por la lluvia o las actividades recreativas (Cole, 1993).

Según Manning (1979) los impactos de las actividades recreativas sobre el suelo pueden conceptualizarse por medio de un ciclo con siete estaciones.

El primer paso sería la reducción o supresión del horizonte orgánico de humus u hojarasca debido al pisoteo. Si la materia orgánica se pulveriza puede ser erosionada, quedando expuesto el suelo mineral inferior. En el segundo paso se produce una reducción de la materia orgánica incorporada a este suelo mineral. Si éste se sigue compactando da lugar al tercer paso, en el cual las partículas del suelo son forzadas a unirse estrechamente produciéndose una reducción drástica de los espacios ocupados por los poros intersticiales de suelo, ocupados normalmente por aire que le proporciona un buen drenaje (Monti y Mackintosh, 1979). La estructura del suelo se ve así desorganizada y descompuestos sus agregados. El resultado es una reducción de la porosidad total. Todo ello implica la reducción de la aireación y disponibilidad de agua, reduciendo el establecimiento, germinación y crecimiento de plantas, produciéndose encharcamiento y condiciones de anoxia a nivel de raíz (García Novo, 1974).

Los últimos pasos estarían encadenados produciéndose simultáneamente. La pérdida de la capacidad de infiltración ocasiona un incremento de la escorrentía superficial, pudiéndose originar en el último caso la erosión del

suelo. Todo ello va en detrimento de los hábitats de los microorganismos del suelo, tan importantes para el desarrollo de su estructura y en el ciclo de nutrientes. Existen algunos estudios sobre los cambios físico-químicos en suelos sometidos a usos recreativos, constatándose sustanciales aumentos en su compactación (Cole, 1982b).

#### Impactos sobre la vegetación.

Estos impactos suelen ser de carácter más llamativo que los producidos sobre el suelo, debido a las cualidades propias del componente vegetal.

La cobertura de la vegetación se ve profundamente influida por las actividades recreativas, particularmente como resultado de un continuo pisoteo. Estos efectos son de carácter directo o indirecto.

La cobertura se ve directamente afectada cuando el pisoteo causa aplastamiento, contusiones, cortes y en general daños en la cubierta vegetal (Mortensen, 1989). Esta afección es de forma indirecta cuando el pisoteo causa la compactación del suelo u otros cambios que repercuten en la vegetación (reducción de humedad y materia orgánica, etc.). La compactación incrementa de igual forma la resistencia mecánica del suelo a la penetración del sistema radicular de las plantas.

#### Impactos sobre la fauna.

En contraste con los impactos sobre la vegetación, los impactos sobre la fauna no son normalmente percibidos por los visitantes, suelen ser difíciles de estudiar y escasamente conocidos.

Las intrusiones humanas, dentro de los hábitats de los animales, causan varios tipos y niveles de cambios. No todos los cambios son el resultado directo del contacto humano, algunos son de origen indirecto.

Las alteraciones de carácter directo se pueden a su vez subdividir en:

- a) acciones de acoso a nidos, madrigueras o parejas reproductoras.
- b) capturas que pueden incidir en el descenso de la cantidad de especies y en el desequilibrio en las cadenas alimenticias.
- c) introducción de especies nuevas.

En el caso de los impactos indirectos, pueden así mismo subdividirse en:

- a) modificación del hábitat por desplazamiento del mismo o por su reducción.
- b) alteración del comportamiento. Esta alteración puede ser inducida por dependencia del alimento humano, cambios en los movimientos diarios, separación de las poblaciones, variación de los niveles reproductivos o nocturnización de actividades.

En último lugar estos impactos pueden dar como resultado un cambio en la composición y estructura de las poblaciones animales. Tanto a nivel de hábitat como de especie, estos cambios producen una modificación que se traduce en una disminución de la diversidad de especies en todos los grupos faunísticos, afectando a todos los componentes del ecosistema (Speight, 1973). Siguiendo esta línea se producirá una afección en la estructura del ecosistema e incremento en el grado de humanización del ambiente.

Se han realizado estudios sobre la respuesta de ciervos ante las molestias de motonieves en sus áreas de estancia y alimentación (Dorrance *et al.*, 1975). El incremento de las actividades recreativas en la estación invernal y la repercusión en la hibernación de los osos fue estudiado por Goodrich y Berger (1994). Lott y McCoy (1995) estudiaron el impacto del turismo en los rinocerontes del Parque Nacional Chitwan en Nepal. MacArthur *et al.*, (1982) estudiaron el ritmo cardíaco y comportamiento de las cabras de montaña ante alteraciones humanas de sus hábitats.

En el caso de algunas especies de aves acuáticas, se ha estudiado su comportamiento ante repetidas visitas de barcos a sus hábitats (Mikola *et al.*, 1994). En el caso de los grandes cérvidos norteamericanos la alteración de sus

hábitats y costumbres por la presencia humana aumentaba hasta un cierto punto en que comenzaban a acostumbrarse, manteniéndose el mismo grado de alteración aunque aumentara el número de personas (Ferguson y Keith, 1982). Caribus y cabras de montaña han abandonado sus hábitats por exceso de personas, encaminándose a otros lugares menos visitados (Geisty, 1978). La reproducción de algunas especies de aves de hábitats vírgenes se ha visto afectada por las actividades recreativas (Titus y Van Druff, 1981). Por el contrario, otras especies de hábitos más generalistas, se ven atraídas hacia los senderos y caminos forestales, donde encuentran menos competencia con aves más sensibles a la presencia de visitantes (Hickman, 1990). Por otra parte, se han observado modificaciones de algunos nichos de determinadas especies faunísticas, reflejado en la composición, diversidad y abundancia de las mismas (Keller, 1989; van der Zande y Vos, 1984).

#### Impactos sobre el agua.

Los efectos del uso recreativo sobre el medio acuático al igual que sobre la fauna son escasamente conocidos.

El nivel de nutrientes, la descomposición y producción de la vegetación acuática y el nivel de oxígeno disuelto presentan complejas conexiones en los ecosistemas acuáticos. Con el uso recreativo la producción de la vegetación en ríos y lagos de ambientes templados se ve rápidamente alterada por un crecimiento excesivo de su biomasa, produciéndose como resultado la eutrofización de los mismos, asociado a cambios en los niveles de oxígeno disuelto y a la composición de las especies de organismos acuáticos.

La cantidad de bacterias coliformes en el agua y su calidad para el consumo humano son aspectos que se deben controlar en las áreas naturales con usos recreativos. En numerosos estudios se han evidenciado significativos aumentos de la cantidad de coliformes como consecuencia de actividades recreativas, aunque para el visitante de un área natural la materia en suspensión y la turbidez del agua, son las cualidades más importantes en la valoración del grado de impacto que este elemento pueda contener.

De manera general, los principales impactos causados por las actividades recreativas sobre el agua son el enriquecimiento de nutrientes, la turbidez procedente de aumento de sólidos en suspensión, la reducción del porcentaje de oxígeno disuelto y la contaminación por microorganismos de origen fecal.

Numerosos estudios han examinado el impacto de los barcos a motor. Entre el 10 y el 33 por ciento del combustible de estos motores se descargan en la corriente de escape del agua de refrigeración como residuos sin quemar (Muratori, 1968).

La contaminación de agua potable por desechos humanos y su incremento de nutrientes fue estudiada por Barton (1969), King y Mace (1974) y Dickman y Dorais (1977), mientras que Lappalainen *et al.*, (1994) estudiaron la acidificación de lagos y ríos por actividades recreativas.

Gómez-Limón y García Avilés (1992) estudiaron la incidencia de las actividades recreativas en dos cauces fluviales del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares. Para ello analizaron la calidad de las aguas por medio de un índice biológico (BMWP') basado en las comunidades de macroinvertebrados que habitan en estos cursos fluviales (N. W. C., 1981; Armitage *et al.*, 1983; Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega, 1988 ; C. E. H, 1990; Armitage *et al.*, 1990). Los resultados constataron una variación decreciente en los índices de calidad de las aguas en relación con la mayor intensidad de uso recreativo. Así mismo se comprobó un descenso en el número de taxones de macroinvertebrados en el mismo sentido.

## ***2. 2. Componentes básicos de la planificación y la gestión recreativa.***

La planificación y gestión del uso recreativo en áreas naturales es uno de los aspectos más interesantes y uno de los retos más difíciles a los que se enfrentan en la actualidad los gestores de estos espacios. El principal objetivo de la



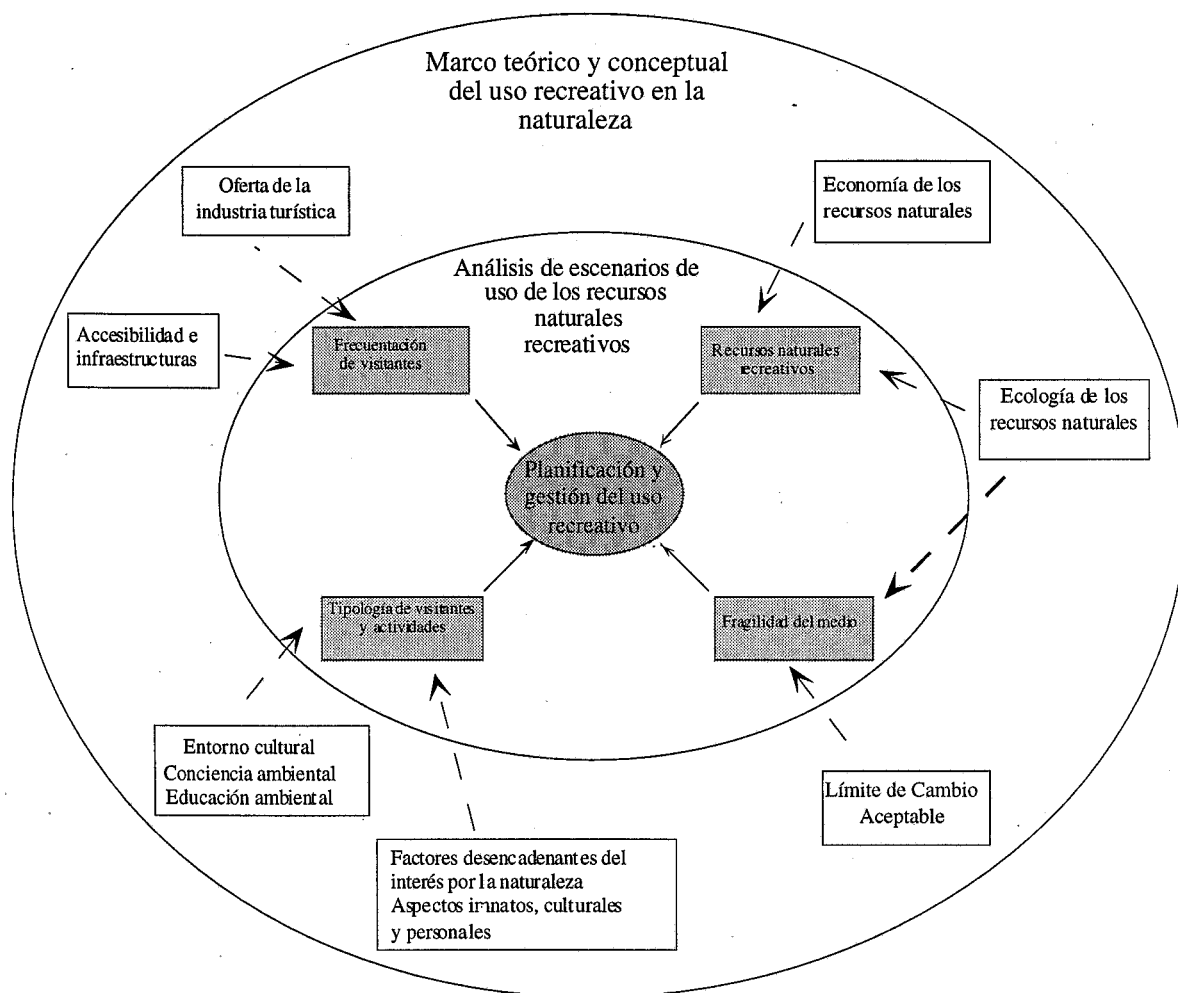
gestión será maximizar el beneficio social que puede ser alcanzado en un área de recreo, asegurando su conservación. La demanda creciente de naturaleza por parte de una sociedad cada vez más alejada del mundo natural en su entorno cotidiano, ha hecho, como ya se ha podido comprobar, disparar la afluencia de visitantes a determinados enclaves naturales.

La planificación recreativa debe intentar satisfacer todas las demandas del público, al tiempo que se intenta minimizar los impactos, manteniendo así el equilibrio óptimo entre demanda y oferta.

La información básica necesaria para abordar la planificación y gestión del uso recreativo en la naturaleza puede resumirse en cuatro aspectos claves:

- .- Frecuentación y distribución de visitantes.
- .- Tipologías de uso y actividades.
- .- Identificación de recursos naturales recreativos.
- .- Fragilidad del medio e impactos ambientales.

Estos aspectos están a su vez relacionados desde una perspectiva más amplia con otros conceptos que engloban el marco teórico del uso recreativo y turístico en la naturaleza (Figura 1.2).



**Figura 1.2.** La planificación y gestión del uso recreativo en áreas naturales precisa de una información clara en cuatro aspectos importantes: frecuentación de visitantes, tipología de visitantes y actividades desarrolladas, recursos recreativos e impactos ambientales.

### **2. 2. 1. Frecuentación de visitantes.**

Diversas razones han determinado que la afluencia de visitantes a los espacios naturales haya crecido en la última década de forma espectacular. Entre ellas destacarían: la incorrecta planificación de nuestras ciudades con escasas zonas verdes y de esparcimiento, la enorme pujanza y difusión de temas relacionados con la conservación de la naturaleza y medio ambiente en los medios de comunicación (televisión, prensa y radio), la nueva conciencia

ambiental de la sociedad actual y el fuerte incremento de los espacios naturales protegidos.<sup>2</sup>

La frecuentación recreativa a un área natural presenta una fuerte variación en el espacio y el tiempo. Algunos autores han sugerido la conveniencia de establecer una zonación de la frecuentación. Esta zonación debería definir las condiciones deseadas para el desarrollo de las diferentes actividades dentro del área natural, siendo conveniente una gestión diferenciada (Buckley, 1991).

En la caracterización de la frecuentación no sólo es importante conocer el número de visitantes, sino también su distribución, frecuencia, duración de la visita, estacionalidad y tipo de actividades realizadas.

La utilización selectiva por los visitantes de distintas partes del territorio es un aspecto del comportamiento recreativo que merece particular atención por parte de los gestores y responsables de áreas naturales. Un minucioso análisis de los datos sobre distribución espacial de visitantes puede proporcionar valiosas conclusiones para la planificación de la actividad recreativa.

### ***2. 2. 2. Tipologías de uso y actividades.***

En la gestión de visitantes en áreas naturales es importante identificar los parámetros o características que configuran los usos recreativos.

Conocer el perfil de los usuarios de los espacios naturales tiene interés por diversos motivos. Uno de los objetivos que debe contemplar la gestión de estos espacios es la satisfacción de los requerimientos y expectativas de los potenciales usuarios. Desde el punto de vista de la gestión de los recursos recreativos y paisajísticos, es fundamental conocer las demandas de los usuarios para adecuar y optimizar la oferta. Es decir, ordenar el uso recreativo en función de las características del lugar y las posibilidades para desarrollar determinado tipo de actividades.

---

<sup>2</sup> El 90% de los espacios incluidos en el inventario realizado por la Sección del Estado Español de la Federación de Parques Naturales y Nacionales de Europa han sido creados a partir de 1987.

Se han analizado las actitudes ambientales de los visitantes a través de numerosos estudios sobre preferencias paisajísticas (Kaplan, 1977; Bernáldez, 1985; Noe y Hammitt, 1988; Bernáldez y Gallardo, 1989; Múgica, 1993).

Así mismo es interesante conocer la percepción recreativa por parte del visitante, de manera especial la percepción de la frecuentación, y cómo ésta afecta a la calidad de su experiencia recreativa. No todos los visitantes perciben el entorno físico y social de igual forma: lo que para unos puede ser una experiencia recreativa de calidad, para otros puede resultar totalmente indeseable. En este sentido se han realizado algunos estudios sobre la satisfacción de los visitantes en una amplia gama de áreas recreativas, con respecto al número de personas ajenas que se encontraban en ellas (ORRRC, 1962). Shafer y Burke (1965) en un estudio realizado en los parques estatales de Nueva Inglaterra, averiguaron que una de cada tres personas deseaban que el espaciamiento entre tiendas de campaña fuera de 250 a 400 m, en lugar del allí establecido que era de 50 a 100 m. Por el contrario, otros usuarios recreativos prefieren las áreas que ofrecen oportunidades de estar cerca de otras personas (Bruch y Werger, 1967).

El tamaño de los grupos de visitantes es otro factor que puede tenerse en cuenta cuando se estudia la frecuentación. La limitación del tamaño es un instrumento importante de gestión. Los grupos numerosos suelen deteriorar en mayor medida que los pequeños, además de crear más ruido y congestión. Stankey (1971) comprobó cómo los grupos amplios suscitaban el desagrado de otros visitantes.

La gestión de la frecuentación debe tener en cuenta actuaciones de información, educación y regulación, destinadas a influir en el tipo, número y comportamiento del visitante.

### **2. 2. 3. Recursos naturales recreativos.**

Los recursos naturales recreativos pueden ser definidos como todos aquellos elementos del medio natural susceptibles de atraer visitantes y producir disfrute. A lo largo del tiempo ha variado la utilización de estos recursos, evolucionando actualmente hacia modalidades más exigentes con la calidad medioambiental. En algunas ocasiones estos recursos son conocidos por los visitantes y hacen uso de los mismos, sin embargo, con frecuencia pueden permanecer ignorados hasta encontrar su interés recreativo (de Lucio, 1995).

Las características del recurso van a influir significativamente en la determinación del número de visitantes y su distribución.

El conocimiento de estos recursos determinantes de los comportamientos de elección recreativa podría proporcionar un mapa de demanda potencial, cuya utilidad es la ordenación de los recursos recreativos bajo criterios de conservación. De esta forma se podría potenciar el uso recreativo en los lugares de menor fragilidad ecológica, redistribuyendo la carga de visitantes sobre el territorio.

En la actualidad la calidad paisajística funciona como un atractivo de primera magnitud en la elección de áreas recreativas. El paisaje parece representar uno de los principales recursos ambientales recreativos para ciertas áreas, influyendo de forma directa en la frecuentación de visitantes (Bernáldez, 1985).

### **2. 2. 4. Impactos, fragilidad del medio y límite del cambio aceptable (LCA).**

Numerosos trabajos han puesto de manifiesto que cualquier tipo de uso recreativo de la naturaleza, incluso los más suaves, sitúan al medio bajo nuevas condiciones de presión en sentido amplio, y por tanto implica algún grado de alteración sobre sus componentes.

Se ha comprobado que no todos los ecosistemas responden de igual forma ante la presión de los visitantes. Es preciso en cada caso establecer unos límites

que definan el grado aceptable de conservación o en su defecto el grado inaceptable de impacto (Steven *et al.*, 1989).

Los impactos que producen los visitantes en un espacio natural son diversos y heterogéneos, por ello es sumamente difícil y no siempre resulta útil, definir que número de visitantes (capacidad de carga) puede soportar un lugar determinado. Además no suele existir una relación directa entre el número de visitantes y el nivel de daños o volumen de impactos que éstos producen.

Estos daños están directamente relacionados con un amplio espectro de variables, desde las características sociológicas y actitudes ambientales de los visitantes, duración y estacionalidad de la visita, distribución en el espacio, medidas de gestión de los responsables del área, fragilidad ecológica del entorno, hasta la capacidad de respuesta del medio ante los impactos. Sin embargo, mediante el L.C.A. se puede definir hasta qué punto se puede aceptar cierto grado de deterioro en una determinada área natural, a cambio de permitir el disfrute del recurso por parte de los visitantes. El objetivo es establecer unos valores máximos de presión bajo los cuales no son alterados los recursos objeto de conservación.

Por todo ello, las bases sobre las que se asienta el concepto de **Límite de Cambio Aceptable**, se consideran idóneas para definir el grado de deterioro o de cambios que se aceptan en el recurso recreativo, sin que repercuta en la calidad del mismo.

---

### ***3. Objetivos de la investigación.***

Con la finalidad de contribuir a un modelo integrado para la gestión del uso recreativo en la naturaleza, y mejorar el aprovechamiento del medio natural de la Comunidad de Madrid, se proponen los siguientes objetivos:

- . Caracterización de la afluencia de visitantes a los espacios naturales de la Comunidad de Madrid, estableciendo el valor explicativo de diferentes descriptores físicos del territorio en relación a esta afluencia.
- . Establecer una tipología de áreas recreativas en la Comunidad de Madrid en función de características ambientales y territoriales.
- . Desarrollar métodos para evaluar los efectos de los visitantes sobre los espacios naturales y comprobar la existencia de cambios físicos y biológicos ocasionados por éstos.

- . Evaluar la eficacia de algunos métodos de estimación de impactos con objeto de implementar un sistema de vigilancia permanente de los efectos de las actividades recreativas.
- . Establecer el Límite del Cambio Aceptable (L.A.C.) para determinados lugares con fuerte presión recreativa.
- . Comprobar el grado de recuperación ecológica de áreas naturales sometidas a usos recreativos intensos.
- . Contribuir al desarrollo de sistemas de gestión de recursos naturales utilizados para el recreo, estableciendo algunas recomendaciones para el caso de la Comunidad de Madrid.



---

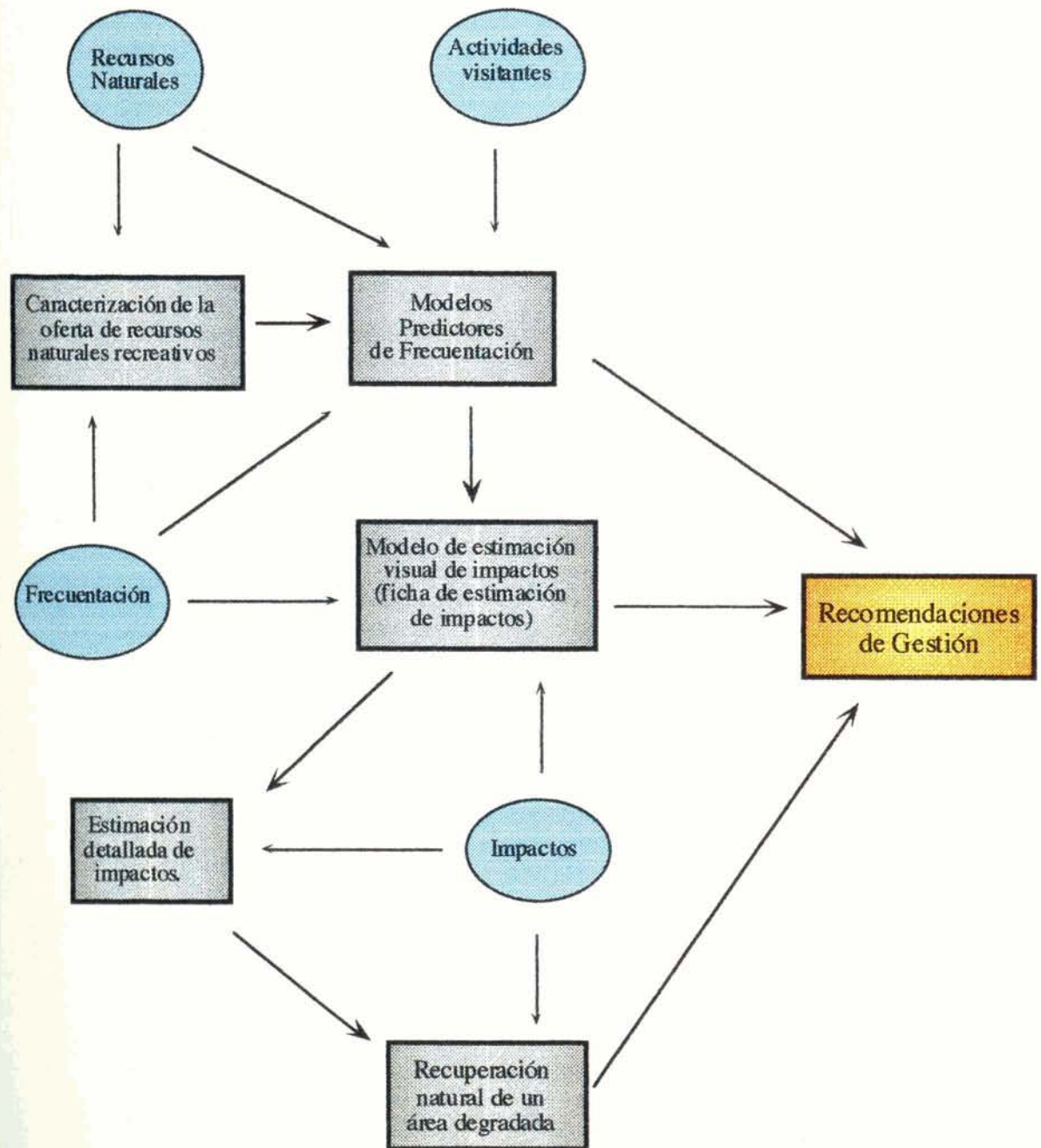
#### ***4. Plan de la investigación.***

Probablemente el crecimiento de la demanda de naturaleza con fines recreativos es uno de los aspectos más dinámicos de los cambios de uso producidos en los espacios naturales durante los últimos años. En el caso de Madrid aún faltan datos contrastados sobre el uso de las áreas naturales, aún así, se puede afirmar que el uso recreativo es uno de los principales recursos del medio natural madrileño.

Ante estas premisas urge profundizar en el conocimiento de estas actividades en nuestra Comunidad, proporcionando la base para una gestión racional del territorio, que considere al mismo tiempo la satisfacción de las demandas de los visitantes y la preservación de los recursos naturales.

Este estudio intenta acercarse al conocimiento del uso recreativo en los espacios naturales de la Comunidad de Madrid, ofreciendo una visión integradora sobre los distintos aspectos que concurren en su gestión. Se analizan diversos problemas relacionados con la afluencia y distribución de visitantes, así como los impactos ambientales que éstos producen en los ambientes naturales (Figura 1.4). Los aspectos relacionados con la tipología de

los visitantes y las características de la visita, ya han sido abordados en otros estudios (Múgica, 1993; Gómez-Limón *et al.*, 1996).



**Figura 1.4.** Esquema básico de los componente considerados y sus interrelaciones dentro del plan de la investigación, desarrollado a partir de la Figura 1. 2.

Se abordan tres niveles de aproximación, que a modo de “zoom”, consideran tres escalas territoriales, desde el ámbito regional (Comunidad de Madrid), espacio natural protegido (Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares), hasta áreas recreativas del Parque Regional con problemas específicos de uso recreativo (“La Pedriza” y “Valle de la Barranca”).

En el primer estudio (*capítulo 2*) se caracteriza el uso recreativo en el medio natural madrileño, estableciendo una tipología de áreas recreativas tomando como base descriptores ambientales y territoriales. Se estudian los impactos derivados del uso recreativo mediante una ficha de estimación visual de impactos, y se analiza la frecuentación y distribución de visitantes, obteniendo como resultado que la sierra de Guadarrama atrae el 66% de estas visitas.

El área de la Sierra presenta en la actualidad la mayor extensión de bosques y espacios naturales silvestres, así como buenas representaciones de espacios naturales protegidos, y como anteriormente se observaba la mayor afluencia de visitantes. Todo ello hacía necesaria una especial dedicación a este territorio, que hizo centrar nuestros estudios en un espacio protegido, el Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares, de larga vocación recreativa, y elevadas concentraciones de visitantes en enclaves de contrastada singularidad ecológica como “La Pedriza” (350.000 visitas/año). De esta forma, el *capítulo 3* recoge algunos aspectos del uso recreativo en el Parque Regional, con especial dedicación a los modelos de dispersión de visitantes en función de parámetros ambientales, así como el estudio de algunos impactos asociados a esta localización.

En el *capítulo 4* se estudia el área del Parque Regional más visitada, “La Pedriza”, centrándonos en el análisis de los impactos ambientales observados en algunas de sus praderas con intenso uso recreativo, estableciéndose Límites de Cambio Aceptables, y especies herbáceas de pastizales indicadoras de impactos incipientes.

En el *capítulo 5* se realiza un seguimiento detallado de la evolución de una pradera en el “Valle de La Barranca” cerrada al uso recreativo, y que había estado sometida a una utilización intensiva.

En el *capítulo 6* se ofrecen algunas recomendaciones para la gestión del uso recreativo en Madrid, diferenciando aquéllas que van dirigidas de forma clara hacia los visitantes, de las dirigidas hacia áreas naturales. Por último en el *capítulo 7* se exponen las conclusiones generales de este estudio.

## Capítulo 2

---

### *Uso recreativo en espacios naturales de la Comunidad de Madrid. Frecuentación, factores explicativos e impactos ambientales.*

---

## 1. Introducción.

La "NATURALEZA", con mayúsculas, es un bien escaso en la Comunidad de Madrid. El territorio de Madrid tiene unas 800.000 has, de las cuales únicamente 200.000 has pueden considerarse medio natural, si se tienen en consideración sus valores ecológicos y paisajísticos. Sobre este reducido espacio presionan alrededor de 5 millones de personas.

El uso de la naturaleza como escenario para la práctica de diversas actividades, es un fenómeno creciente. Las grandes conurbaciones actuales, se muestran de forma general, inhóspitas para sus ciudadanos, produciéndoles un fuerte deseo de disfrute de ambientes naturales.

Las áreas naturales de Madrid son visitadas cada año por unas 2.800.000 personas (Gómez-Limón *et al.*, 1996). Consecuentemente la gestión y conservación de la naturaleza se encuentra fuertemente mediatizada por su uso recreativo. Los hábitos de ocio de la población constituyen un importante factor de presión ambiental sobre los lugares mejor conservados de nuestro entorno natural.

**La regulación de la actividad recreativa en la naturaleza cuenta con diversos problemas, asociados, en gran medida, a la falta de planes de gestión específicos y al carácter público de las zonas de recreo.**

Una de las actividades principales de la gestión del medio natural en la Comunidad de Madrid, consiste precisamente en el desarrollo de la oferta cultural, turística, recreativa y educativa de estas áreas, procurando al mismo tiempo el mantenimiento de sus valores ecológicos. Sin embargo, las propias peculiaridades y fragilidad del entorno donde se desarrollan estas formas de ocio preocupa a los gestores y aconseja extremar la prudencia.

El conocimiento de la incidencia y extensión del fenómeno recreativo es una información básica necesaria para el inicio de estudios de mayor profundidad, así como un instrumento directo para la planificación de los recursos destinados por la Comunidad de Madrid a la gestión recreativa. Como ya se hizo referencia en el capítulo introductorio, entre los aspectos que sería necesario conocer se encuentran: 1.- los patrones de afluencia y uso de las distintas áreas naturales; 2.- la demanda de paisaje y otros recursos naturales objeto de la actividad recreativa y 3.- los impactos producidos sobre el medio como consecuencia de esta actividad.

Desde el punto de vista del escenario que acoge la actividad recreativa, la afluencia masiva de visitantes siempre provoca impactos negativos que en ocasiones pueden ser graves hasta el punto de impedir o disminuir considerablemente la calidad del disfrute del usuario y en último término la alteración de las mismas características que dan valor de uso a la zona en cuestión.

La ORDEN 797 de 27 de mayo de 1992 de la Consejería de Cooperación de la Comunidad de Madrid (BOCM nº 132, pags. 3 y 4) recoge el siguiente encabezamiento: “ *La demanda de espacios forestales para la realización de actividades de ocio y de recreación al aire libre, dentro del ámbito de la Comunidad de Madrid, está alcanzando en los últimos años cotas elevadas y preocupantes, como resultado del inadecuado comportamiento y uso que se hace de dichos enclaves, por lo que resulta necesario fijar una normativa reguladora de estas prácticas a fin de evitar, en lo posible,*

*las causas que produzcan una degradación medioambiental de los montes y terrenos administrados por la Agencia de Medio Ambiente”.*

Sin embargo, la norma antecede al conocimiento preciso del problema. Existen muy pocos estudios sobre impactos del recreo en el medio natural, frecuentación de visitantes, y de las demandas y posibilidades que ofrecen los recursos naturales de la Comunidad de Madrid para el turismo y el recreo.

Las zonas más frágiles desde el punto de vista ecológico no pueden soportar la misma presión ni el mismo tipo de usos que otras zonas menos sensibles. Los impactos sobre el suelo, la vegetación y la fauna pueden ocasionar graves daños, disminuyendo o impidiendo la continuación del uso recreativo en sentido amplio, ocasionando pérdidas económicas, y obligando a invertir fuertes sumas en su restauración y adecuación.

En el análisis del balance entre los efectos positivos y negativos asociados a la actividad recreativa, debe darse un papel relevante a un aspecto difícilmente cuantificable pero fundamental a medio y largo plazo cual es la influencia de la experiencia de la naturaleza sobre las actitudes conservacionistas del individuo. Esta consideración es particularmente importante en el ámbito de una región como Madrid, donde la afluencia de visitantes, mayoritariamente procedentes de núcleos urbanos, debe ser cuidadosamente estudiada, tanto para conocer y satisfacer en lo posible sus expectativas y demandas (y en su caso orientarlas mediante programas de educación ambiental), como para prever y controlar los impactos negativos sobre el medio natural.

### ***Antecedentes históricos y su influencia en el diseño de las primeras áreas recreativas madrileñas.***

El modo de enfocar la problemática de las actividades recreativas en espacios naturales, ha variado a lo largo de este último siglo. Como ya se hizo referencia en el capítulo 1, la principal preocupación hace dos generaciones consistía en garantizar, para el público en general y para la posteridad, la



conservación de los magníficos recursos paisajísticos. En la década de los 60, y con EE.UU. como país pionero, la política de recreo en la naturaleza evolucionó hacia la protección de las masas forestales, intentando desplazar la afluencia de visitantes hacia zonas convenientemente delimitadas, protegiendo así, el resto del área forestal. Es de esta forma como surgen las primeras áreas recreativas.

Tomando este modelo anglosajón, el ICONA inicia a partir de su creación en 1972, y basándose en el concepto de uso múltiple de los espacios naturales, un acondicionamiento masivo de áreas recreativas en los montes administrados por este organismo.

Desde el principio, estas áreas se ubican en lugares de gran belleza paisajística, buena accesibilidad y gran tradición recreativa. El modelo, trataba de canalizar la creciente demanda de naturaleza, para ello se construyeron aparcamientos, evitando la irrupción de los coches por todo el núcleo recreativo. Así mismo, se concentran las infraestructuras e instalaciones (mesas, barbacoas, fuentes, contenedores de basura, etc.). Con ello, se pretendía ofrecer una oferta atractiva de medios e instalaciones que disuadan a los visitantes de penetrar y utilizar el resto del monte.

En el año 1975, el ICONA calcula que bastarán con unas 5.000 has distribuidas por todo el territorio nacional para satisfacer la demanda de núcleos recreativos (ICONA, 1975).

Sin embargo, las áreas se ubican en lugares de gran valor paisajístico y ecológico, y aunque se reordena el uso recreativo de estas zonas, se pierde una excelente oportunidad de reconducir la demanda hacia lugares de ambientes menos frágiles. En un listado de áreas naturales de interés recreativo, elaborado por la Dirección de Planificación Territorial, bajo el título "Estrategia de ordenación de áreas rurales", queda recogida una relación de los parajes más sobresalientes y de indudable interés ecológico de todo el territorio nacional (García, 1979). El listado de áreas acondicionadas en la Comunidad de Madrid durante este período sigue estas mismas pautas, y así, aparecen enclaves de contrastada singularidad ecológica (Tabla 2.1)

**Tabla 2.1** Areas recreativas acondicionadas en la Comunidad de Madrid durante la década de los 70. Fuente: CEOTMA (1981).

<i>Nombre del área</i>	<i>Enclave y municipio</i>
<i>Los Hornillos</i>	S. Lorenzo del Escorial
<i>El Cerrunal</i>	S. Lorenzo del Escorial
<i>Prado del Doctor</i>	S. Lorenzo del Escorial
<i>Las Dehesas</i>	Valle Fuenfría-Cercedilla
<i>Collado de Navarrulaque</i>	Valle Fuenfría-Cercedilla
<i>La Jarosa</i>	Guadarrama
<i>La Isla</i>	Río Lozoya-Rascafría
<i>Puerto</i>	Pto. de Canencia-Canencia
<i>El Berzosillo</i>	Alto Manzanares-Manzanares el Real
<i>Las Casiruelas</i>	Alto Manzanares-Manzanares el Real
<i>Las Machacaderas</i>	Alto Manzanares-Manzanares el Real
<i>Los Mesones</i>	Alto Manzanares-Manzanares el Real
<i>Charca Verde</i>	La Pedriza-Manzanares el Real
<i>Robledillo</i>	Robledo de Chavela
<i>El Venero</i>	Cadalso de los Vidrios
<i>Las Lagunillas</i>	Pto. Navafría-Lozoya del Valle
<i>Peñalta</i>	Pto. Navafría-Lozoya del Valle

Actualmente se siguen otras pautas en la concepción del recreo en espacios naturales, intentando recuperar de forma naturalizada espacios degradados, en lugar de potenciar lugares sobresalientes desde el punto de vista ecológico.

---

## 2. Objetivos.

Con carácter general, el principal objetivo de esta investigación es la búsqueda de relaciones entre la afluencia de visitantes a diferentes puntos del medio natural en Madrid, con descriptores físicos y de accesibilidad a estos puntos, y con los posibles impactos derivados de estas visitas.

Otros objetivos más específicos aparecen a continuación:

- Establecer una tipología de las áreas recreativas en la Comunidad en función de sus características ambientales y de accesibilidad.
- Caracterizar la frecuentación de visitantes en las áreas naturales, estableciendo el valor explicativo de los descriptores ambientales y territoriales determinantes de esta frecuentación.
- Evaluar los impactos ambientales y el grado de conservación de las áreas naturales de mayor uso, en relación con la frecuentación de visitantes y la tipología de las áreas naturales.

- Analizar la percepción de la afluencia por parte de los visitantes.
- Evaluar la eficacia de algunos métodos de estimación de impactos.

---

### ***3. Materiales y métodos.***

#### ***3. 1. Metodología.***

El uso recreativo de las áreas naturales se ha dividido a efectos metodológicos, en áreas de uso **intensivo** (**áreas recreativas** a partir de ahora, utilizando la denominación administrativa) y otras de carácter **extensivo** (**áreas extensivas**, haciendo referencia a su extensión). Las áreas recreativas sufren una concentración de visitantes, son espacios delimitados donde habitualmente existe algún tipo de equipamiento (mesas, fuentes) o simplemente facilidades para el acceso y estacionamiento de vehículos y, son escenario de actividades preferentemente sedentarias, no formalizadas, es decir, aquéllas que para su desarrollo no requieren instalaciones específicas. Quedan incluidos dentro de estas actividades por ejemplo: el pic-nic, la contemplación y observación de la naturaleza, senderismo.

El estudio se realizó en un total de 101 áreas recreativas (ver ANEXO I). Identificadas por su uso a partir de:

.Inventario de 77 áreas realizado por la Agencia de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid en 1990.

.Cuestionario remitido a todos los ayuntamientos de la Comunidad de Madrid.

.Prospecciones de campo para constatar afluencias regulares de visitantes.

Ante la evidencia de otros flujos de visitantes, que tenían como punto en común la sierra de Guadarrama, y aunque éstos eran de carácter más difuso y disperso, se creyó conveniente establecer ciertas áreas en la Sierra que hemos denominado extensivas. Estas áreas se definen como amplias zonas naturales donde pueden observarse un tránsito de visitantes por senderos, por ejemplo: Navacerrada-Cuerda Larga, Pto. de Cotos-Peñalara, Valle de la Fuenfría, Sierra de La Cabrera, etc.

Nuestro estudio se centrará principalmente en las áreas de uso intensivo, al registrar éstas las mayores concentraciones de visitantes.

### **3. 2. Area de estudio.**

El área de estudio se circunscribe al ámbito territorial de la Comunidad de Madrid (Figura 2.1). Implicaciones de carácter social, económico, ambiental y cultural, hacen de la demanda de espacios libres para el esparcimiento en Madrid un tema complejo y actual.

Asentada entre ambas Castillas, la comunidad madrileña, reproduce en su territorio una serie de ambientes que hacen que su paisaje conforme un rico y variado espectro. Fisiográficamente hablando, podemos caracterizar de forma sintética su territorio, diferenciando zonas en función de elementos básicos: relieve, sustrato, formaciones vegetales, clima y usos del suelo. La interacción de estos elementos define ambientes o paisajes tipo.

Las dos grandes unidades geológicas representadas en nuestra Comunidad: Sierra y Depresión del Tajo, pueden subdividirse en unidades fisiográficas.

★ La Sierra forma una alineación montañosa con orientación NE-SW, de unos 30 km de ancho por término medio, formada por un doble espinazo. Las cotas más altas se alcanzan en su porción central (Pico Peñalara 2430 m), descendiendo ligeramente hacia ambos extremos. Aquí destacan tres subunidades fisiográficas, cumbres, vertientes y piedemonte o rampa.

-El piedemonte o rampa forma una superficie de erosión labrada en rocas duras, que con suave pendiente, alcanza las vertientes de la Sierra, con la que en muchas ocasiones forma un acusado ángulo. El clima es típicamente mediterráneo de largo y seco verano. La vegetación dominante es el encinar, pero en las navas, la encina es sustituida por fresnedas. Toda la zona tiene una clara vocación ganadera.

-Las vertientes se extienden desde los 1100 m en la cabecera de la rampa, hasta los 2000 m, altura media de las cumbres de la Sierra. Con la altura aumenta la precipitación y desciende la temperatura, es decir, se produce un cambio climático que influye poderosamente en la vegetación. Así, el encinar es sustituido por el robledal, si bien, en muchas zonas los robles han dado paso a pinares de repoblación.

-Las cumbres son llanuras alomadas que culminan los relieves de los macizos y forman las divisorias principales. El clima es de montaña aunque conservando ciertas características mediterráneas: a un invierno largo y crudo con fuertes heladas le sucede un verano templado en el que durante al menos un mes la evapotranspiración supera a la precipitación. La vegetación está constituida por matorrales y praderas de césped alpino, siendo un rasgo importante la ausencia de árboles.

★ La Fosa del Tajo comprende la cuenca sedimentaria que dentro de la Comunidad, se extiende, aproximadamente, por los dos tercios surorientales a partir del piedemonte, subdividiéndose así mismo en campiña, páramos y vegas.

-La campiña ocupa gran parte del extremo SE de la Comunidad, con un paisaje de colinas y superficies tendidas y estrechas, constituidas por una roca

detrítica ligeramente consolidada: la arcosa. El clima es mediterráneo y la vegetación está caracterizada por bosques de encinas. Si bien, en función de la riqueza del suelo y de la suave orografía, el territorio se dedica a la actividad agrícola, con fuerte deforestación.

-El páramo es una superficie de erosión labrada en rocas calizas y posteriormente diseñada por la red fluvial. El paisaje resultante está constituido por amplias mesas limitadas por estrechos valles de abruptas pendientes. La altitud media es relativamente elevada, aproximadamente 900 m, y como consecuencia el clima es crudo y extremo, con fríos y largos inviernos. Estas antiguas superficies agrícolas, en la actualidad, muestran signos de abandono.

-Las vegas comprenden las llanuras aluviales y las terrazas de los ríos Jarama, Henares, Manzanares, Tajuña, Tajo y Alberche. Poseen suelos muy fértiles, aunque el destino de los mismos, está cada vez más encaminado, hacia su utilización como vías de comunicación y suelo industrial.



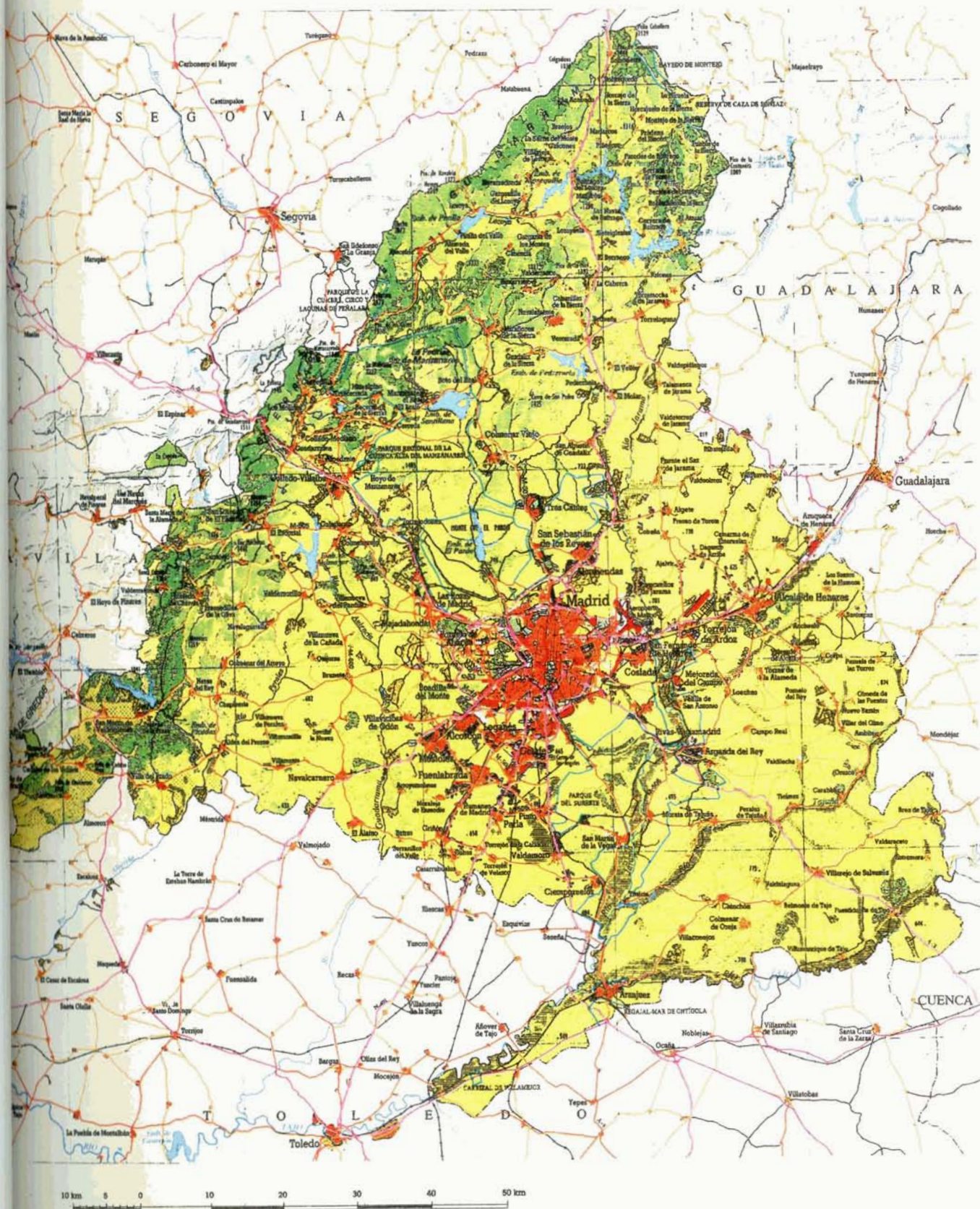


Figura 2.1. Marco geográfico del área de estudio.

### **3. 3. Plan de muestreo.**

#### **3. 3. 1. Variables ambientales y de accesibilidad.**

Se han identificado 101 áreas recreativas, considerándose un total de 46 variables, descriptivas de los aspectos ambientales que pudieran influir en la presencia de visitantes. Estas variables se pueden agrupar en 8 unidades temáticas.

#### Unidades temáticas:

- \* Fisiografía: se ha utilizado como base el mapa fisiográfico de Madrid a escala 1: 200.000 (Comunidad de Madrid, 1985b). Se han considerado las siguientes unidades fisiográficas: a) Parameras serranas, b) Laderas de frente de sierra, c) Piedemonte tipo rampa, d) Piedemonte tipo depresión, e) Campiña, f) Páramos y g) Vegas fluviales.
- \* Formaciones vegetales: se ha utilizado como base el mapa de vegetación de Madrid a escala 1: 200.000 (Comunidad de Madrid, 1984). Se han utilizado las siguientes unidades de vegetación: a) Formaciones en galería y ribera, b) Matorrales, c) Pastizales, d) Pinares de pino silvestre, e) Pinares de otro tipo, f) Encinares y g) Robledales-fresnedas
- \* Capacidad de acogida y diagnóstico: se ha utilizado como base la cartografía a escala 1: 100.000 recogida en el Plan Especial de Protección del Medio Físico de la Provincia de Madrid (COPLACO, 1975). Las variables utilizadas han sido las siguientes: a) Ecosistemas íntegros, b) Paisajes escénicos, c) Paisajes degradados y d) Zonas de productividad agrícola, ganadera o forestal.
- \* Altitud: se ha utilizado como base el mapa de la Comunidad de Madrid a escala 1: 200.000 (Comunidad de Madrid, 1989). Las variables utilizadas han sido las siguientes: a) < 500 m, b) 500-650 m, c) 651-800 m, d) 801-950 m, e) 951-1100 m y f) > 1100 m.

\* Recursos hídricos: se ha utilizado como base el mapa de la Comunidad de Madrid a escala 1: 200.000 (Comunidad de Madrid, 1989). Esta información se ha complementado con visitas personales a las áreas. Las variables utilizadas han sido dos: a) Presencia de agua en forma de arroyo, río, lago, laguna, embalse, etc. y b) Ausencia de la misma.

\* Accesibilidad: se ha utilizado como base el mapa de la Comunidad de Madrid a escala 1: 200.000 (Comunidad de Madrid, 1989). Las variables utilizadas han sido las siguientes: a) Acceso por carretera nacional de primer orden, b) Acceso por carretera nacional de segundo orden, c) Acceso por carretera comarcal, d) Acceso por carretera local y e) Acceso por pista forestal.

\* Distancia al casco urbano de Madrid: se ha utilizado como base el mapa de carreteras y distancias kilométricas entre las distintas localidades de la Comunidad de Madrid (Comunidad de Madrid, 1990b). Las variables utilizadas han sido las siguientes: a) - de 30 km, b) de 31 a 60 km, c) de 61 a 90 km, d) de 91 a 110 km y e) + de 110 km.

\* Climatología: se ha utilizado dos tipos de unidades divididas cada una en 5 variables:

.1° Temperatura Media Anual de las Máximas: a) 10-11 °C, b) 12-14 °C, c) 15-16 °C, d) 17-19 °C y e) 20-26 °C.

.2° Número Medio Anual de Días de Lluvia: a) 36-50, b) 50-70, c) 70-90, d) 90-110 y e) 110-121. Como base se ha utilizado el Atlas climatológico básico de la subregión de Madrid (COPLACO, 1980b).



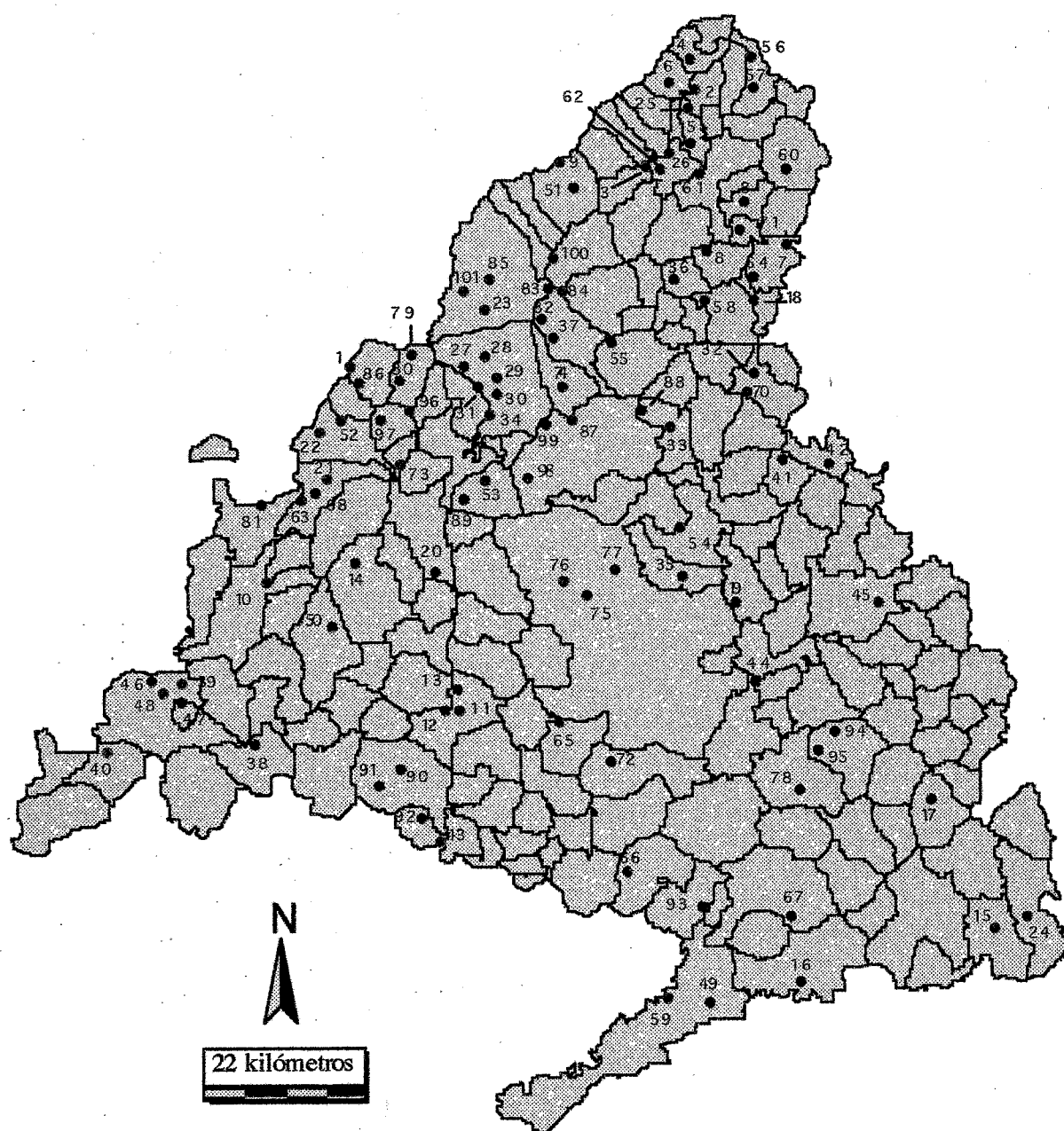
### 3. 3. 2. Frecuentación.

Para analizar la afluencia de visitantes a las áreas recreativas de la Comunidad de Madrid se ha tomado una muestra de 44 áreas sobre el total de 101 estudiadas (Figura 2.2). La muestra se tomó de forma que estuvieran representadas áreas recreativas ubicadas en todo el territorio de la Comunidad.

La toma de datos fue realizada por los agentes forestales responsables de la zona donde se ubican cada una de las áreas recreativas estudiadas. Se recogió la información entre el 15 de mayo y el 19 de septiembre de 1993, durante fines de semana alternos y siempre a la misma hora (13 h) coincidiendo con el período de máxima afluencia de visitantes. Se contó el número de personas a lo largo de un recorrido de 500 m que partía del punto de máxima concentración de vehículos y atravesaba la zona más concurrida.

Este valor representa, aproximadamente, el 80% de los visitantes del área a lo largo del día (Gómez-Limón *et al.*, 1994) por lo que el dato obtenido a esta hora se incrementa en un 20% para así obtener la afluencia total de visitantes por día.

Los datos de "La Pedriza" se calcularon a partir del número de automóviles y autobuses censados en la barrera de "La Camorza". Se adjudicó una media de tres ocupantes por automóvil y 50 por autobús (Gómez-Limón *et al.*, 1994).



**Figura 2.2.** Ubicación de 101 áreas recreativas en la Comunidad de Madrid. En color rojo aparecen las áreas con datos sobre frecuentación de visitantes.

Además de estos datos recogidos entre mayo y septiembre se muestrearon 7 de las 44 áreas seleccionadas entre el 12 de marzo y el 7 de mayo, con el fin de estudiar una variación espacio-temporal de la afluencia de visitantes.

El censo de las áreas extensivas se obtuvo contando el número de personas avistadas durante un recorrido a pie por todo el área seleccionada.

Resultaba así mismo interesante conocer la percepción de la afluencia a las áreas recreativas y extensivas por parte de los visitantes. Algunos autores han definido esta percepción en términos de satisfacción del usuario, relacionando la frecuencia de la visita con la reacción del visitante ante una excesiva aglomeración (O'Riordan, 1969). Otros autores cuando hablan de la capacidad de carga recreativa, describen el concepto de "capacidad del visitante", como una función de la satisfacción total de éste y de su sensibilidad frente a factores como el deterioro del lugar y el hacinamiento (Alldredge, 1973; Bury, 1976; Garn y Parrot, 1976). Se ha conseguido estudiar en profundidad los posibles efectos de la aglomeración sobre la satisfacción y la calidad recreativa del usuario (Lucas, 1964; Wagar, 1964; Clark y Stankey, 1979; Lucas, 1979; Buckley, 1991).

Con objeto de analizar la percepción de la afluencia de público por parte de los visitantes, se incluyó esta pregunta en una encuesta que se realizó para evaluar los comportamientos y actitudes ambientales de los visitantes. El análisis de esta encuesta no ha sido abordado en este trabajo por exceder los objetivos de estudio, aunque sí resulta de interés extraer de ella cierta información.

### ***3. 3. 3. Variables de impacto.***

La ficha de estimación visual de impactos confeccionada en el Centro de Investigación "Fernando González Bernáldez", pretende recoger aspectos ambientales (suelo, vegetación, etc.) de fácil observación, susceptible de ser

transformados como consecuencia del uso recreativo (Gómez-Limón y de Lucio, 1995). Los indicadores de impacto escogidos, y plasmados en una ficha tipo, son el resultado de un exhaustivo trabajo de selección entre una extensa bibliografía (Cole, 1982b; Marion, 1984; Marion y Merrian, 1985; Cole, 1987, 1989) e implementación en muestreos de campo durante varios años (Múgica *et al.*, 1993; Gómez-Limón y de Lucio, 1995; Gómez-Limón *et al.*, 1996).

Se seleccionaron al azar 44 áreas recreativas distribuidas por todo el territorio de la Comunidad de Madrid. Estas áreas coinciden en su mayor parte con aquéllas donde se realizó el censo de visitantes (ver Figura 2.2).

Con el objeto de recoger en mayor medida posibles variaciones en la intensidad de los impactos, cada área se dividió en sectores en función de las diferencias de uso. Se definieron 84 sectores para las 44 áreas seleccionadas.

La ficha de estimación visual de impactos puede consultarse en el ANEXO II. De la información recogida en la ficha fueron utilizadas en el tratamiento estadístico las siguientes variables:

- .Porcentaje de suelo descubierto.
- .Daño al arbolado (evaluado en 4 clases).
- .Raíces expuestas (evaluado en 4 clases).
- .Densidad de sendas (evaluado en 4 clases).
- .Amplitud de la senda principal (evaluado en 4 clases).
- .Pérdida de suelo (evaluado en 4 clases).
- .Basura (evaluado en 4 clases).
- .Grado de conservación general de la zona (puntuado de 1 a 10).

### **3. 4. Tratamiento estadístico.**

Con objeto de analizar la tipología de las áreas recreativas se sometió la matriz de 46 variables por 101 observaciones a un análisis multivariante de clasificación. Este análisis agrupa las áreas recreativas según afinidades diferenciadas. Se ha optado por una clasificación jerárquica que proporciona un agrupamiento ordenado de las áreas recreativas. La representación gráfica consiste en un dendrograma o árbol de clasificación donde las áreas se van incorporando a las ramas según su parecido.

Se ha utilizado un método de clasificación aglomerativo con el algoritmo "homogeneity" sobre una matriz de asociación calculada con el índice de Bray-Curtis (Bray y Curtis, 1957). Este método se ha revelado como el más eficaz en tratamiento de matrices similares (de Lucio y Múgica, 1990). El tratamiento de datos se realizó mediante el paquete estadístico PATN (Pattern Analysis Package) (Belbin, 1984; 1992).

Se han utilizado análisis de regresión múltiple y polinómica para establecer el valor predictivo de las características físicas y de accesibilidad, y de los indicadores de impacto con respecto a la frecuentación de visitantes. Aunque la aplicación de este análisis estadístico presupone el uso de variables continuas de distribución normal, algunos autores como Green (1979) aceptan el uso de estos análisis con datos discretos, dada la robustez de la regresión como método estadístico.

La comprobación de diferencias estadísticamente significativas entre la afluencia de visitantes, y su variabilidad entre zonas de la sierra de Guadarrama y del sur de la Comunidad en distintas estaciones del año, ha sido realizada mediante la aplicación de un análisis de t-Student.

Se ha utilizado un test LSD de comparación de medias para detectar diferencias significativas. En cada caso se especifica el descriptor o variables utilizadas.

Se emplearon análisis de varianza paramétricos (Fisher PLDS) y no paramétricos (rangos de Kruskal-Wallis) (Kruskal, 1952; Kruskal y Wallis,



1952) para comprobar diferencias significativas entre la afluencia de visitantes a los distintos grupos de áreas recreativas, obtenidos en el análisis de clasificación, y entre estos últimos y los impactos ambientales. También se ha procedido a la realización de un análisis de varianza para comparar los resultados de los muestreos de impactos realizados por los agentes forestales y por los investigadores.

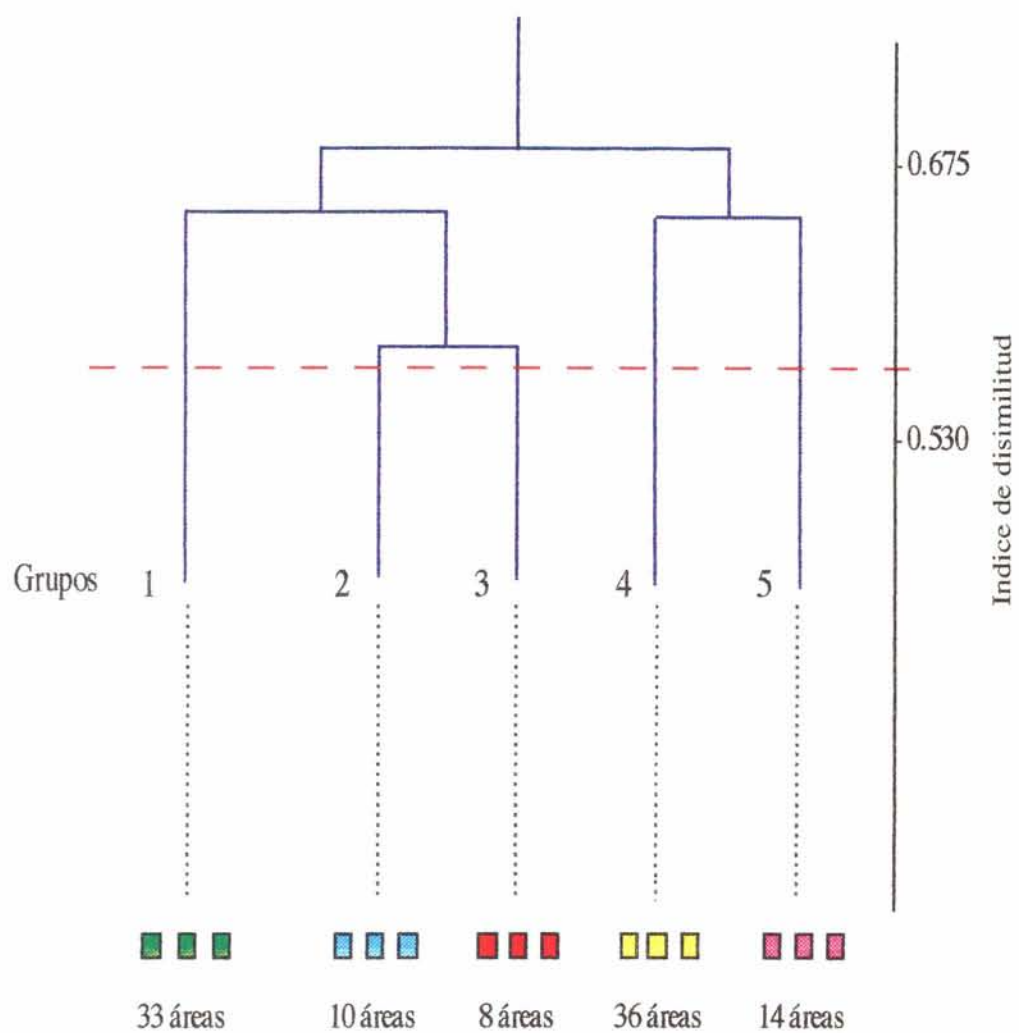
---

## **4. Resultados.**

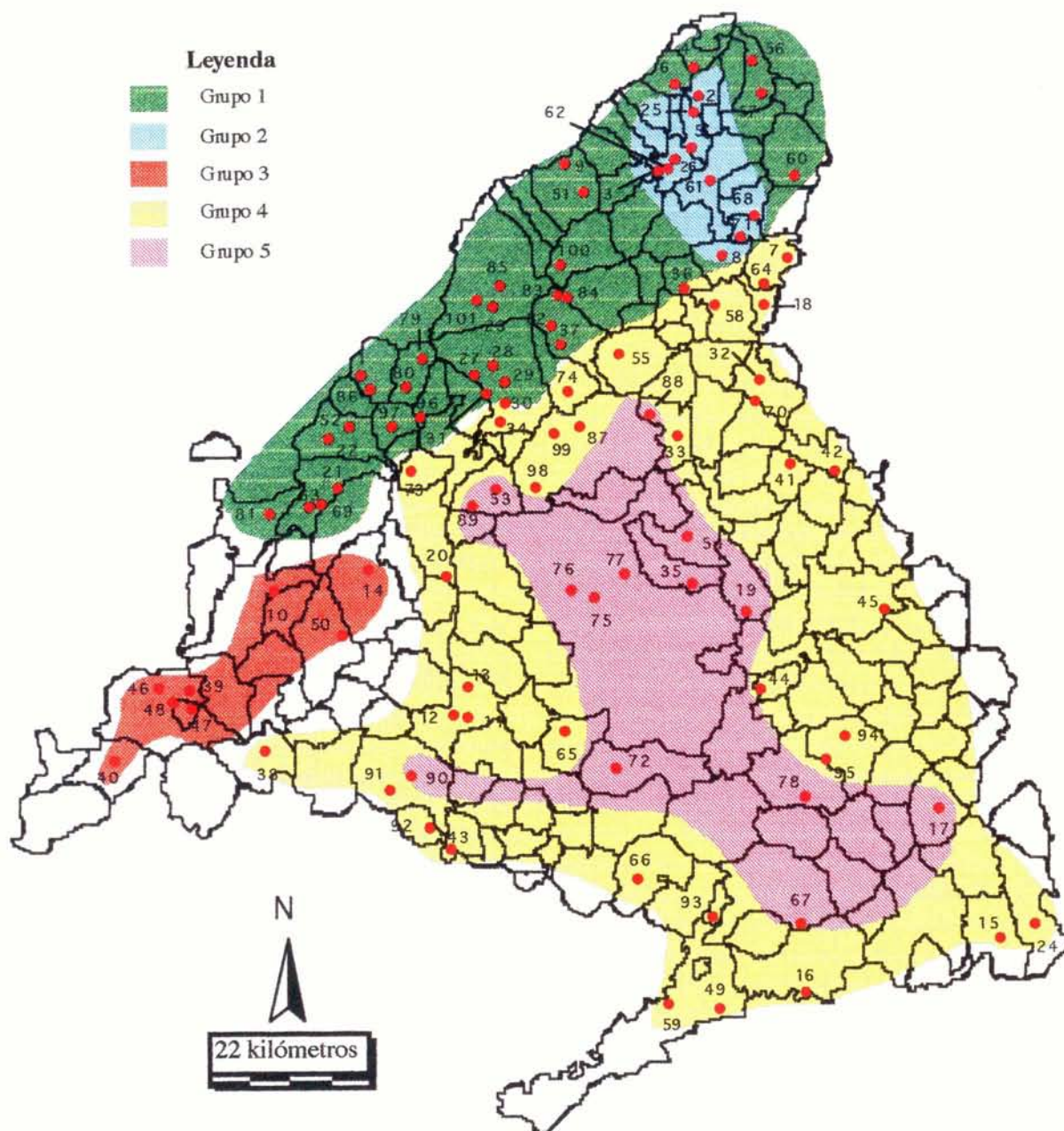
### **4. 1. Tipología de áreas recreativas en la Comunidad de Madrid.**

El dendrograma resultante del análisis multivariante de clasificación de la matriz de 101 áreas recreativas por 46 variables, muestra la existencia de 5 grupos nítidamente diferenciados (Figura 2.3).

La localización de estos grupos en el territorio de la Comunidad de Madrid tiene una notable coherencia geográfica (Figura 2.4).



**Figura 2.3.** Dendrograma de clasificación de las 101 áreas recreativas estudiadas en el territorio de la Comunidad de Madrid.



**Figura 2.4.** Localización de los grupos de áreas recreativas resultantes del análisis de clasificación.

A continuación se describen las características de estos grupos.

**Grupo 1:** Formado por 33 áreas recreativas (Tabla 2.2). Es un grupo ubicado en las Sierras de Guadarrama, Somosierra y Ayllón. Las variables que discriminan este grupo son su ubicación en un ecosistema íntegro (áreas naturales bien conservadas), la T° media anual de las máximas entre 15 y 16 °C y el n° medio de días de lluvia al año entre 70 y 90.

**Tabla 2.2.** Áreas recreativas de la Comunidad de Madrid incluidas en el Grupo 1 del análisis de clasificación.

Número de orden en el Anexo I y Figura 2.2, y nombre del área recreativa	
1 -Dehesas de Cercedilla	57 -Camping Albergue Montejo
4 -El Plantío	60 -La Tejera P. Avellanos
6 -El Parque	63 -Los Llanillos
9 -Peña Alta	69 -La Herrería
21 -El Tomillar	79 -La Barranca
22 -Embalse de La Jarosa	80 -Presa Almorchones.
23 -La Isla	81 -Arroyo de la Aceña
27 -La Garganta	82 -Hoya Quinón
28 -Cola de Caballo	83 -Puerto de Canencia
29 -Canto Cochino	84 -Cerro del Pendón
30 -Quebrataherreraduras	85 -Arroyo Aguilón y Presillas
31 -El Berzosillo y Las Casiruelas	86 -Estanque de las truchas
36 -Dehesa de Roblellano	96 -Alto del Hilo
37 -Fuente del Cura	97 -Cerro del Castillo
51 -Hoya Encavera	100 -Pte. Pasada y Pte. Vadillo
52 -Picnic Guadarrama	101 -Mirador del Robledo.
56 -Hayedo de Montejo	

**Grupo 2:** Formado por 10 áreas recreativas (Tabla 2.3). Ubicadas en la comarca de influencia de Buitrago-Somosierra. Unas variables climatológicas similares al grupo anterior, y la presencia de grandes láminas de agua (embalses del río Lozoya) van a discriminar este grupo.

**Tabla 2.3.** Areas recreativas de la Comunidad de Madrid incluidas en el Grupo 2 del análisis de clasificación.

Número de orden en el Anexo I y Figura 2.2., y nombre del área recreativa	
2 -La Tejera	26 -Monte Público 1010
3 -Los Campillos	61 -Dehesa de Sanchalvaro
5 -Cerro Gandullas	62 -El Pinarillo
8 -Embalse de El Atazar	68 -El Riato
25 -La Alberca	71 -El Soto

**Grupo 3:** Formado por 8 áreas recreativas (Tabla 2.4). Este grupo está ubicado al SW de la Comunidad, en la zona de influencia de los embalses que jalonan el río Alberche. Las variables que discriminan el grupo son: accesibilidad deficiente, realizada siempre desde carreteras comarcales, número medio de días de lluvia al año entre 50 y 70 y asentamiento sobre masas de pino piñonero.

**Tabla 2.4.** Areas recreativas de la Comunidad de Madrid incluidas en el Grupo 3 del análisis de clasificación.

Número de orden en el Anexo I y Figura 2.2., y nombre del área recreativa	
10 -Cerro de Robledillo	46 -La Enfermería
14 -Embalse de Valmayor	47 -El Pinar
39 -Lancha del Yelmo. V. Lorenzo	48 -P.Recreativo Embalse Picadas
40 -El Venero	50 -Embalse Cerro Alarcón

**Grupo 4:** Formado por 36 áreas recreativas (Tabla 2.5). Este grupo está ubicado en un anillo exterior al área metropolitana madrileña. Las variables que discriminan este grupos son: Vegetación predominante de sotos y riberas, de manera especial sobre los ríos Guadarrama, Jarama, Henares y Tajo, presencia de agua y temperatura media anual de las máximas entre 17 y 19 °C.



**Tabla 2.5.** Áreas recreativas de la Comunidad de Madrid incluidas en el Grupo 4 del análisis de clasificación.

Número de orden en el Anexo I y Figura 2.2., y nombre del área recreativa	
7 -Pontón de la Oliva	49 -Embalse Embocadorra
11 -Picnic El Sotillo	55 -P.Recreativo Guadalix de la Sierra
12 -Merendero del río Guadarrama	58 -Dehesa Valdegallego
13 -La Alameda	59 -Rancho Grande
15 -Remanso de la Tijera	64 -Patones de Arriba
16 -Molino de Aldegüela	65 -Arroyo Butarque
18 -Soto de Torremocha	66 -El Paseo
20 -Puente de Retamar	70 -La Chopera
24 -Los Chorros	73 -Dehesa de Villalba
32 -Huelgas de San Bartolomé	74 -Arroyo Mediano
33 -Parque Río Guadalix	87 -Ermita de los Remedios
34 -Chopera río Samburiel	91 -Ermita San Isidro
38 -P.Recreativo Aldea del Fresno	92 -El Coto
41 -La Dehesa	93 -Soto del Collazo
42 -Ribatejada	94 -Manantial de la Fuente
43 -Picnic de Batres	95 -Valdemembrillo
44 -Ribera del Henares	98 -Río Manzanares. Puente Cerceda
45 -La Isla y El Val	99 -Río Manzanares. El Grajal

**Grupo 5:** Formado por 14 áreas recreativas (Tabla 2.6). Este grupo queda ubicado, salvo alguna excepción, en un anillo periférico (interiormente concéntrico con las del grupo 4) a Madrid capital. Las variables discriminantes son: total ausencia de recursos hídricos, su proximidad a Madrid y su buena accesibilidad por carreteras nacionales.

**Tabla 2.6.** Areas recreativas de la Comunidad de Madrid incluidas en el Grupo 5 del análisis de clasificación.

Número de orden en el Anexo I y Figura 2.2., y nombre del área recreativa	
17 -Picnic de Carabaña	75 -Mingorrubio
19 -El Calderillo	76 -Mingorrubio. Escuela taller
35 -Pinar de San Isidro	77 -La Quinta
53 -Parque Cerca Cabilda	78 -Carrascal de Arganda
54 -Dehesa Boyal	88 -Nava de Moncalvillo
67 -Valquejigoso	89 -Pinar Hoyo Manzanares
72 -Cerro de los Angeles	90 -Pinar Navalcarnero

#### **4. 2. Frecuentación en las áreas recreativas de la Comunidad de Madrid.**

Como se observa en la Tabla 2.7 la distribución de visitantes no es homogénea, oscilando entre una media de 19,4 visitas en “Molino de la Aldehuela” y 2.900 para “La Pedriza”. El valor medio de las 44 áreas estudiadas se situaría en torno a 214 visitas por día de fin de semana.

El área de “La Pedriza” se diferencia claramente del resto. A pesar de estar limitada la entrada a un máximo de 500 vehículos, la media de visitantes allí registrada es más de 13 veces superior a la media global. Si eliminamos “La Pedriza” del cálculo de la media, resulta un valor de 151,10 lo que supondría que “La Pedriza” recibe una media de visitantes 19 veces mayor a la media del resto de áreas estudiadas.



**Tabla 2.7.** Número medio de visitantes al día y por área recreativa en el periodo mayo-septiembre de 1993.

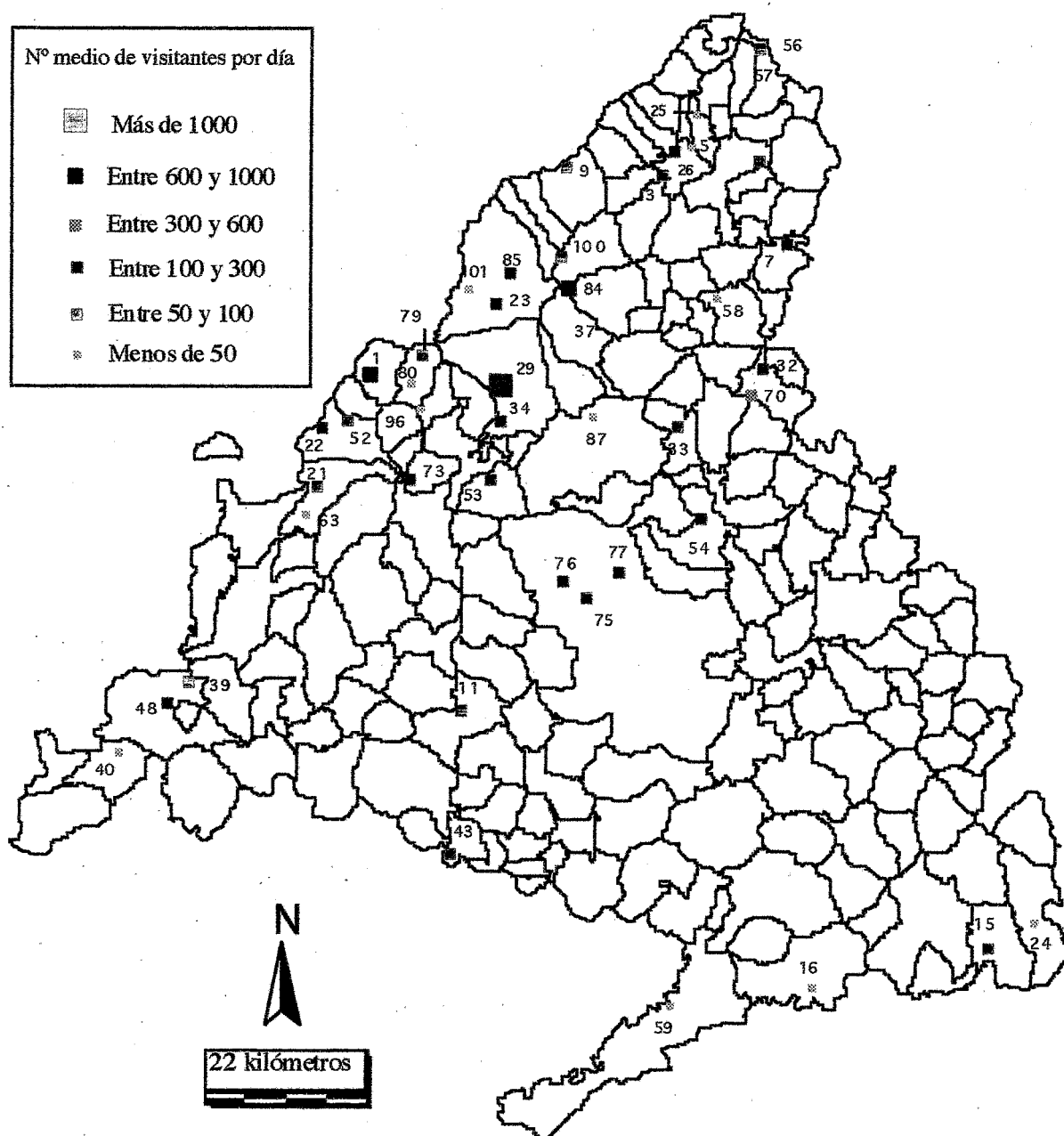
Nombre del área recreativa y número de visitantes	
Molino de la Aldehuela---	19,40
La Alberca---	20
Los Chorros---	24,10
Alto del Hilo---	26
Ermita de los Remedios---	26,80
El Venero---	28
Presa los Almorchones---	29,05
Cerro Gandullas---	40
Los Llanillos---	40,20
Mirador del Robledo---	44,20
Dehesa de Valgallego---	47,15
Rancho Grande---	48,75
Remanso de la Tejera---	57,20
Camping Albergue Montejo---	60
Picnic de Batres---	65,15
La Barranca---	73,50
Parque Río Guadalix---	73,70
Picnic Guadarrama---	75
Puerto de Navafria---	83,80
Huelgas de San Bartolomé---	83,80
Parque Cerca Cabilda---	84,95
Lancha del Yelmo---	87,65
Puente Pasada y Vadillo---	90,65
El Tomillar---	98
Los Campillos---	120
Embalse de Picadas---	120,30
Dehesa de Villalba---	140
El Sotillo---	142,35
Mingorrubio---	156
Hayedo Montejo---	174
Pontón de la Oliva---	175,60
Monte Público 1010---	200
Escuela-Taller el Pardo---	210
Chopera de Samburiel---	223,55
La Isla---	225,15
Fuente del Cura---	240
La Quinta---	255
Presillas-Arroyo Aguilón---	284
Dehesa Boyal---	285
Embalse de la Jarosa---	299,45
La Chopera de Talamanca---	447,30
Cerro del Pendón y Agregados---	708,60
Dehesas de Cercedilla---	763,50
La Pedriza---	2.900

A partir de trabajos anteriores sobre la afluencia de visitantes, se ha estimado que el número de personas contabilizadas a la hora del muestreo (13 h.) supone, aproximadamente, el 80% del total de visitantes a lo largo de todo el día (Gómez-Limón *et al.*, 1994). Por lo tanto, se ha contabilizado un total de 26.954,85 visitas por día de fin de semana, en el total de áreas estudiadas. Al multiplicar por los 38 días de muestreo se obtienen 1.024.664,3 visitas entre el 15 de mayo y el 19 de septiembre de 1993. Si estos datos se extrapolan para el total de días de “fin de semana” a lo largo de un año, y sin incluir los días laborables, el número total de visitantes se elevaría hasta los 2.800.000.

En la Figura 2.5 se puede observar la distribución espacial del conjunto de visitantes a las áreas de recreo de la comunidad madrileña. La mayor afluencia se corresponde con la zona norte, tanto por el elevado número de áreas allí ubicadas como por el mayor volumen de visitantes que reciben en comparación con las del sur.

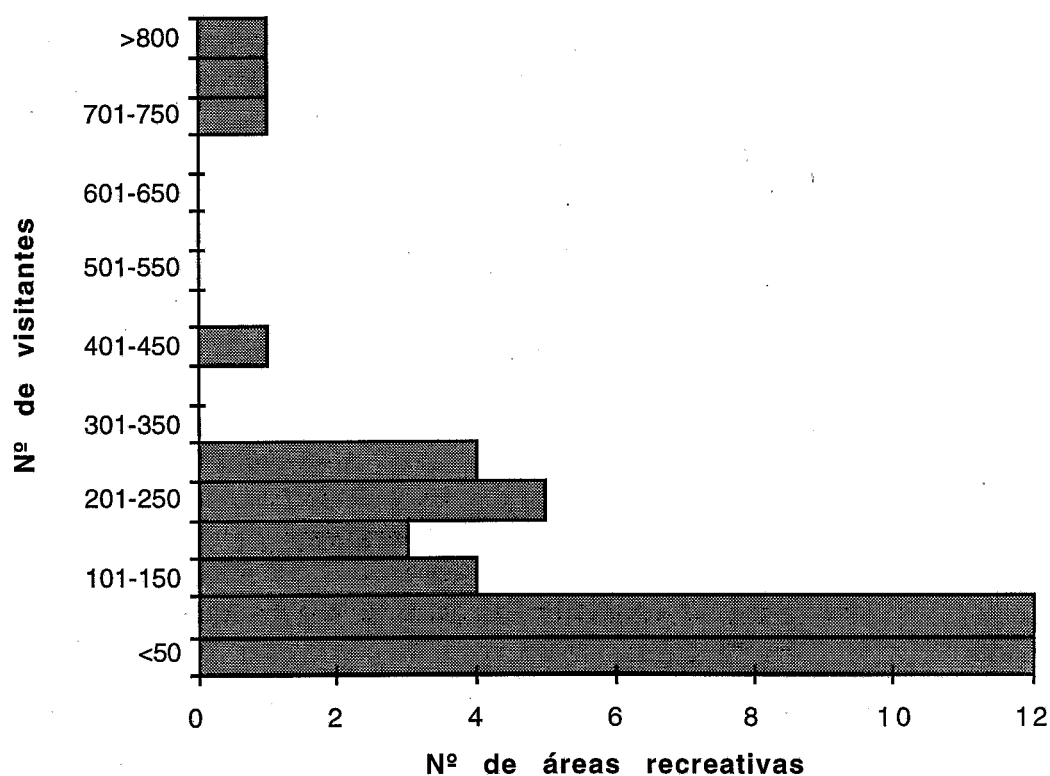
El 51% de los visitantes se concentra en cuatro áreas recreativas mientras que el otro 49% se reparte en las 40 áreas restantes. La gran tradición excursionista y la ubicación serrana de las áreas de “La Pedriza”, “Cercedilla” y “Cerro del Pendón” (Puerto de Canencia) explican en gran medida la preferencia de los visitantes madrileños por estas tres zonas. La elevada afluencia registrada en el área recreativa de “Talamanca de Jarama” puede atribuirse a la extensa chopera que la caracteriza y que proporciona sombra durante el verano, así como la cercanía a importantes núcleos de población como Alcalá de Henáres, San Sebastián de los Reyes o Alcobendas (más de la mitad del público encuestado en la zona provenían de estas ciudades).

Las características ambientales, paisajísticas y territoriales (más del 70% de su superficie son Montes Públicos) de la sierra de Guadarrama, le otorgan un papel preponderante en la elección de los madrileños por lugares de recreo.



**Figura 2.5.** Distribución espacial de la frecuentación de visitantes a las áreas recreativas de la Comunidad de Madrid.

Esta distribución de los usuarios, concentrados en unas pocas áreas, conlleva que más del 90% de las áreas tengan menos de 300 visitantes/día y que más de la mitad presenten unos valores medios inferiores a 100 visitantes/día (Figura 2.6).



**Figura 2.6.** Número de áreas recreativas para distintos intervalos de afluencia.

Como se observa, se produce una estratificación de la visita. La frecuentación de visitantes no sigue una “distribución normal”, en un extremo aparecen pocas zonas de alta aglomeración y en el otro extremo muchas zonas con poca frecuentación.

#### 4. 2. 1. Estacionalidad de la frecuentación recreativa.

En las zonas serranas se producen máximos de afluencia durante el verano mientras que las áreas del sur reciben más visitantes durante la primavera. (Gómez-Limón *et al.*, 1994).

Con el fin de registrar la evolución estacional del uso recreativo, se seleccionaron 7 de las 44 áreas estudiadas y se tomaron sus valores de afluencia entre los fines de semana del final del invierno y gran parte de la primavera (Tabla 2.8). Seis de estas áreas están ubicadas al sur de la Comunidad y una al norte tomada como zona control.

**Tabla 2.8.** Número medio de visitantes en 7 áreas recreativas de la Comunidad de Madrid entre el 12 de marzo y el 7 de mayo (1994).

Áreas	Primavera	Verano	Diferencia
Rancho Grande (Aranjuez)	116,17	48,75	67,42
Pic-nic Batres (Batres)	123,83	65,15	58,68
El Sotillo (Villaviciosa de Odón)	468,50	142,35	326,15
Molino Aldehuela (Colmenar de Oreja)	26,14	19,40	6,74
Remanso de la Tejera (Fuentidueña)	19,43	57,20	-37,77
Los Chorros (Estremera)	14,43	24,10	-9,67
Pto. de Canencia (Canencia)	121,77	708,60	-586,83

En cuatro de las seis áreas ubicadas al sur, la media de visitantes durante la primavera es superior a la media durante el verano, aunque las diferencias son estadísticamente significativas sólo en las áreas recreativas de "El Sotillo" ( $t=2,10$ ;  $p=0,05$ ) y de "Rancho Grande" ( $t=2,06$ ;  $p=0,05$ ). En el Pto. de Canencia ocurre el efecto contrario, durante la primavera presenta una afluencia casi seis veces inferior a la del verano.

Las suaves temperaturas de la primavera pueden influir en una mayor presencia de público en el sur durante esta época. Por el contrario, durante el verano, es la zona serrana la que ofrece un mejor clima y atrae más usuarios. En la Tabla 2.9 podemos observar la variación de la temperatura media entre

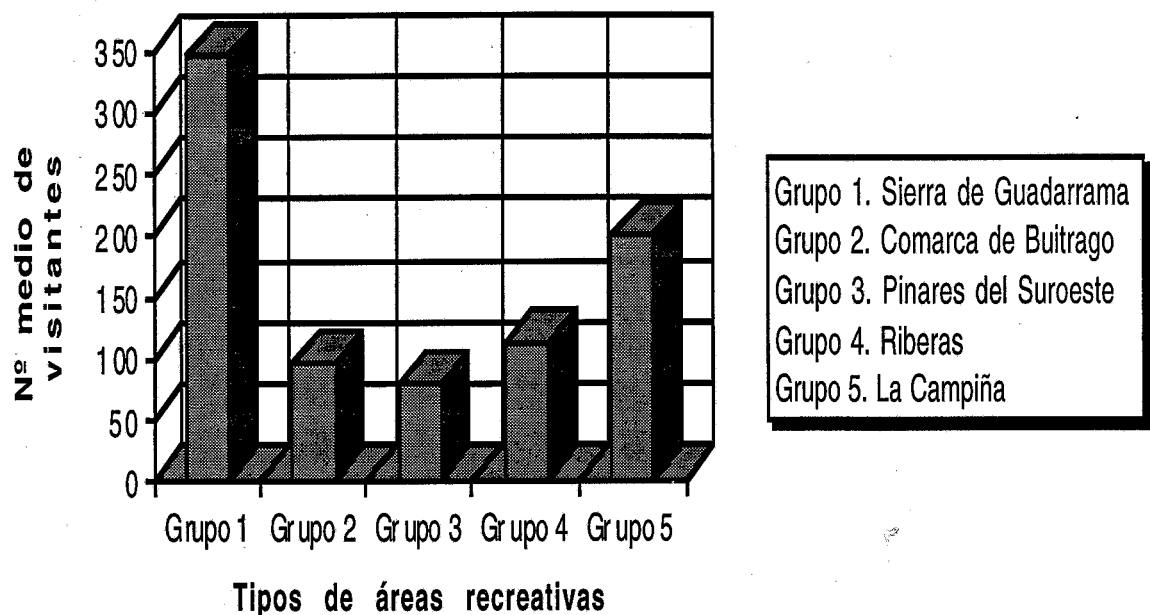
marzo y septiembre, para cada una de las zonas donde se ubican las áreas de recreo estudiadas.

**Tabla 2.9.** Variación de la temperatura media estimada entre marzo y septiembre en las áreas de recreo estudiadas. Fuente: COPLACO (1980b).

Áreas recreativas	Temperaturas medias por meses en °C						
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septbr.
R. Grande (Aranjuez)	7,5-10	12,5-15	15-17,5	20-22,5	22,5-25	22,5-25	17,5-20
Picnic Batres (Batres)	7,5-10	10-12,5	15-17,5	20-22,5	25-27,5	22,5-25	20-22,5
Sotillo (Villaviciosa)	7,5-10	10-12,5	15-17,5	20-22,5	22,5-25	22,5-25	17,5-20
M. Aldehuela (C. Oreja)	7,5-10	10-12,5	15-17,5	20-22,5	22,5-25	22,5-25	17,5-20
Remanso Tijera (F. Tajo)	7,5-10	12,5-15	15-17,5	20-22,5	25-27,5	22,5-25	20-22,5
Los Chorros (Estremera)	7,5-10	10-12,5	15-17,5	20-22,5	25-27,5	22,5-25	20-22,5
Pio. Canencia (Canencia)	5-7,5	7,5-10	10-12,5	12,5-15	17,5-20	17,5-20	15-17,5

#### 4. 2. 2. Frecuentación y tipología de áreas recreativas.

En la Figura 2.7 puede observarse la distribución de visitantes en los diferentes grupos de áreas recreativas.



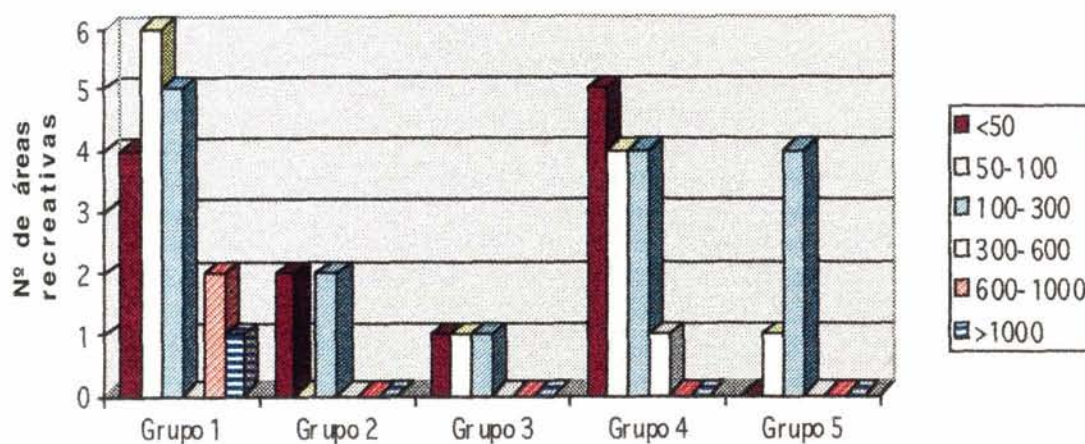
**Figura 2.7.** Número medio de visitantes en cada uno de los grupos de áreas recreativas durante el periodo mayo-septiembre de 1993.



Destaca la gran afluencia en el grupo Sierra de Guadarrama-Ayllón, con una media de 345 visitas por día, frente a las medias registradas en los restantes grupos de la Comunidad.

La importante afluencia que se observa en el grupo de "La Campiña" se debería, en gran medida, a la cercanía de este grupo a la ciudad de Madrid (más del 80% de los visitantes de algunas de estas áreas proceden de la ciudad). Las diferencias de afluencia entre los grupos de áreas recreativas son significativas entre los grupos 1 y 3 (Fisher PLDS = 284,4: significación al 90%), caracterizados por presentar la mayor y menor afluencia respectivamente.

Dentro de cada grupo quedan englobadas áreas con valores de afluencia muy dispares. Así, en la Figura 2.8, se observa que dentro del grupo 1 se encuentran las áreas que presentan mayores densidades de toda la Comunidad, junto a un elevado número de áreas con densidades de visitantes bajas y medias. Esta heterogeneidad intragrupal con respecto a la afluencia también caracteriza a los restantes grupos de áreas.



**Figura 2.8.** Número de áreas en cada uno de los intervalos de afluencia. Los datos se muestran desglosados por grupos de áreas establecidos en la clasificación.

#### 4. 3. Impactos ambientales en las áreas recreativas de la Comunidad de Madrid.

##### 4. 3. 1. Impactos ambientales y frecuentación de visitantes.

Mediante análisis de correlación de Spearman se ha estudiado la relación existente entre las distintas variables consideradas en la ficha de estimación de impactos, con la variable frecuentación (Tabla 2.12).

**Tabla 2.12.** Coeficientes de correlación de Spearman ( $R_s$ ) entre las variable de impacto y la frecuentación.

<i>Variables de impacto</i>	<i><math>R_s</math></i>	<i><math>p</math></i>
<i>Suelo descubierto</i>	0,29	0,0078
<i>Daño arbolado</i>	0,59	0,0001
<i>Raíces expuestas</i>	0,57	0,0001
<i>Densidad de sendas</i>	0,78	0,0001
<i>Amplitud senda principal</i>	0,64	0,0001
<i>Pérdida de suelo</i>	0,71	0,0001
<i>Basura</i>	0,51	0,0001
<i>Grado de conservación</i>	-0,15	0,1653

Los resultados indican coeficientes de correlación significativos con gran parte de las variables, únicamente las variables **% de suelo descubierto** y **grado de conservación** no muestran correlación.

De entre las variables correlacionadas, existen cuatro relacionadas con el factor suelo, una con la vegetación y una con la limpieza.

Resulta relativamente fácil relacionar la afluencia de visitantes con la **amplitud de la senda principal** y la **densidad de sendas**. Los lugares más visitados se caracterizan por presentar amplias áreas de acceso. Aquí convendría señalar, que la amplitud de la senda principal estaría en cierto modo predeterminada por las propias características de acceso al área recreativa, no dependiendo totalmente de los impactos de los visitantes. Las áreas más visitadas van a poseer una enorme proliferación de caminos,



resultado de la multiplicación de la afluencia por la necesidad de movimiento dentro de cada área o sector recreativo.

La correlación con las variables **pérdida de suelo y raíces expuestas**, pueden tener una explicación semejante. Las raíces quedan al descubierto cuando la acción de hollado es profunda y se produce en la proximidad de árboles o arbustos. Determinados factores meteorológicos como el viento y la lluvia ven favorecida su acción de erosión superficial con este tipo de condiciones, llegándose a formar pequeñas cárcavas y barrancos si el grado de afluencia se mantiene.

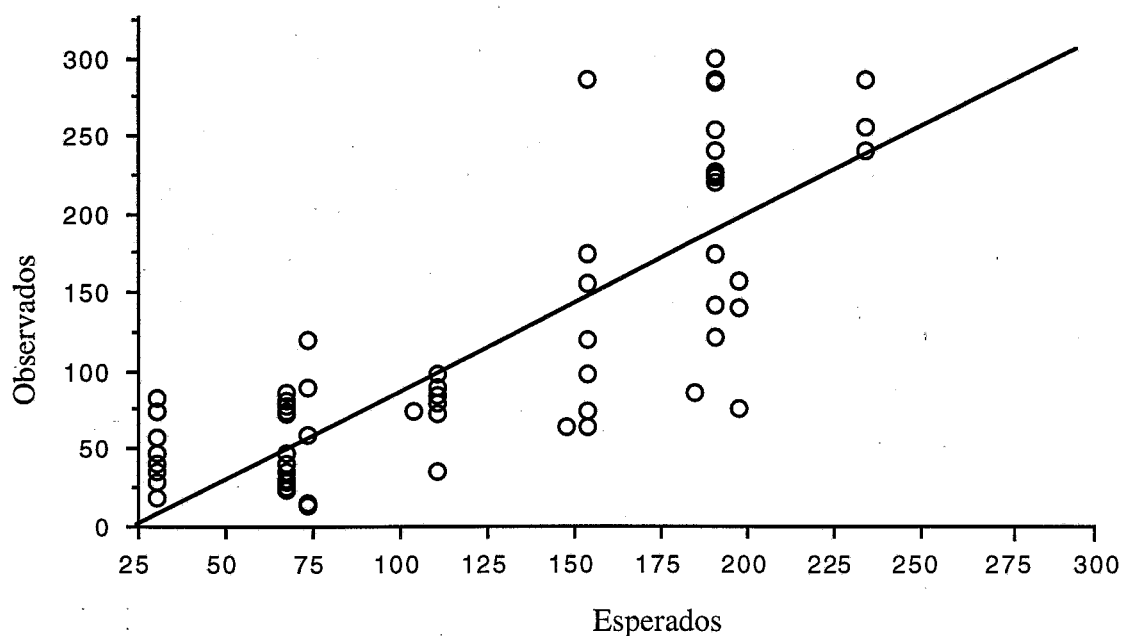
El **daño a la vegetación arbórea** muestra así mismo una correlación positiva. Este impacto se refleja en heridas, marcas, arranque de hojas y desmembramiento de ramillas y grandes ramas.

La **basura** también está correlacionada con la frecuentación. Aunque en principio pueda ser considerada como el mayor exponente del grado de deterioro de un área natural, debido a su potente atracción visual, puede desaparecer su incidencia negativa con un buen servicio de limpieza. Otros impactos ya comentados, son más importantes cuando se considera el grado de deterioro de un área por su elevada incidencia sobre el medio natural circundante (pérdida de suelo y diversidad de especies vegetales, etc).

Con las variables de impacto que presentaban coeficientes de correlación más elevados, se ha ensayado un modelo de regresión múltiple. Las variables densidad de sendas y pérdida de suelo permiten explicar un 65% de los impactos relacionados con la frecuentación de visitantes (Tabla 2.13). En la Figura 2.9 puede observarse la relación existente entre los valores observados y los esperados que nos muestra el análisis de regresión múltiple.

**Tabla 2.13.** Análisis de regresión múltiple relacionando la frecuentación de visitantes y algunas variables de impacto.

<i>Variables</i>	<i>Coefficientes</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>r<sup>2</sup> acumulada</i>	<i>p</i>
<i>Constante</i>	-50,228	15,422		0,001
<i>Densidad sendas</i>	43,431	6,648	0,57	0,001
<i>Pérdida suelo</i>	36,984	8,964	0,65	0,001

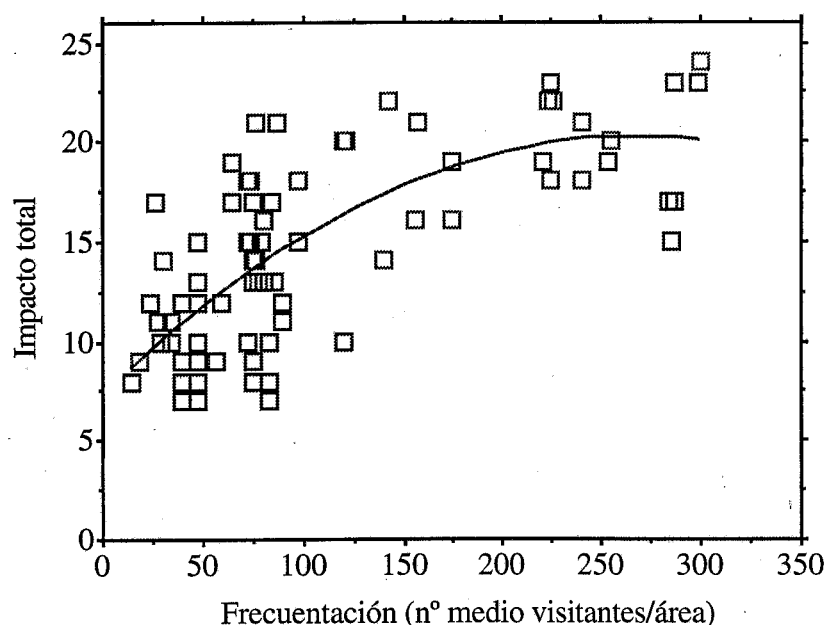


**Figura 2.9.** Representación gráfica del modelo de regresión múltiple (frecuentación esperada) frente a los datos disponibles (frecuentación observada).

Cuando se incluyen en el modelo el resto de variables de impacto, la varianza total explicada apenas supone un incremento del 1%, pasando de 65% a 66%.

Una parte importante de la varianza residual quedaría explicada por las particularidades ambientales de cada área recreativa.

Si se analiza detenidamente el modelo de regresión polinómica entre la frecuentación de visitantes y la variable **Impacto total** =  $\Sigma$  (suelo descubierto + daño árboles + raíces expuestas + densidad sendas + amplitud senda principal + pérdida de suelo + basura) y la frecuentación. El modelo resultante explica en este caso hasta un 54% de la varianza (Figura 2.10).



**Figura 2.10.** Modelo de regresión polinómica relacionando la frecuentación y el valor de impacto total en las áreas recreativas ( $r^2 = 0,54$ ;  $p = 0,0001$ ).

La varianza residual podría explicarse en función de la fragilidad ambiental o capacidad para absorber impactos por parte de los diferentes ambientes recreativos. Al analizar los residuos que más se alejan del modelo de regresión, se observa como existen algunas áreas con desviaciones de carácter positivo (Puente del Retamar, Ermita de los Remedios, Picnic de Batres). Todas ellas presentan un valor elevado de impacto total (valor medio = 19) y baja frecuentación (valor medio 55 visitantes). Estas áreas pertenecen al grupo 4 ubicado en choperas y alamedas en las riberas del río Guadarrama o en la zona de la Rampa arcósica (Colmenar Viejo). En estos casos la frecuentación suele ser sobreestimada por el modelo, son áreas frágiles y fácilmente erosionables con un pequeño volumen de afluencia.

Por el contrario, otras áreas muestran desviaciones de carácter negativo (Pto. de Navafría, Presillas y Arroyo Aguilón, Picnic de Guadarrama y Monte Público 1010). Todas con valor bajo de impacto total (valor medio = 9,5) y mayor afluencia (valor medio 141 visitantes). Estas áreas pertenecen a los grupos 1 y 2, situados sobre las sierras de Guadarrama y Comarca de Buitrago-Somosierra. En esta ocasión, la frecuentación suele ser subestimada

por el modelo. Las áreas se ubican en zonas boscosas y/o elevado afloramiento de roquedo, esto hace que sean menos frágiles y amortigüen mejor los impactos ante la afluencia de visitantes, sobre todo para las variables más relacionadas con la frecuentación como son la densidad de sendas y la pérdida de suelo.

El modelo, parece mostrar así mismo cierto nivel de saturación en la estimación de impactos. A partir de determinado número de visitantes el impacto es máximo.

#### 4. 3. 2. Impactos ambientales y tipología de áreas recreativas.

Con el objeto de comprobar la existencia de diferencias significativas entre los distintos grupos de áreas con respecto a las variables de impacto, se ha realizado un análisis de varianza no paramétrico (rangos de Kruskal-Wallis).

Existen diferencias significativas entre los grupos de áreas recreativas para las variables: **densidad de sendas**, **amplitud de la senda principal** y **raíces expuestas** (Tabla 2.14).

**Tabla 2.14** Diferencias significativas (Kruskal-Wallis) entre los grupos de áreas recreativas para las variables "densidad de sendas", "amplitud de la senda principal" y "raíces expuestas". Significación al 99%.

Variables	g.l.	Grupos	Cases	H	p
Densidad de sendas	4	5	84	15,16	0,004
Amplitud senda principal	4	5	84	20,02	0,0005
Raíces expuestas	4	5	84	20,42	0,0004

#### Densidad de sendas y Amplitud de la senda principal.

En el caso de la **densidad de sendas**, estas diferencias se manifiestan sobre todo entre el grupo 5 y los grupos 1, 2 y 3. Los grupos 1, 2 y 3, situados sobre el área de la Sierra, debido a sus especiales condiciones edáficas (afloramiento de roca madre en muchos lugares) y de la abundancia en sus

laderas de masas de vegetación, dificulta el tránsito de visitantes, no favoreciéndose la proliferación de senderos. Estos dos grupos presentan bajas densidades de senderos recorriendo sus áreas de recreo (medias entre 3 y 6 sendas). Por el contrario, las áreas recreativas encuadradas en el grupo 5, están formadas por zonas con grandes espacios abiertos y suelos formados por arcosas fácilmente deleznable. Todo ello facilita la penetración de los visitantes y la rápida aparición de sendas (medias cercanas a las 10 sendas).

En cuanto a la variable **amplitud de la senda principal**, ésta se comporta de forma semejante a la variable **densidad de sendas**, con diferencias significativas entre los mismos grupos y por idénticas razones.

#### Raíces expuestas.

Para la variable **raíces expuestas** aparecen diferencias significativas entre los grupos 1 y 3 con el grupo 2. Los grupos 1 y 3 presentan las medias más altas para esta variable (entre el 25% y el 50% de la superficie bajo el árbol presenta raíces al exterior). Sus áreas se localizan mayoritariamente en zonas de coníferas de la sierra de Guadarrama y pinares del SW. Las especiales características edafológicas de estos suelos, con poca profundidad y abundancia de afloramientos rocosos, hace que el sistema radicular sea superficial y puedan aparecer al exterior con mínimas pérdidas de suelo. El grupo 2 presenta las medias más bajas (- del 5% de la superficie bajo el árbol presenta raíces al exterior). Su localización en la Comarca de Buitrago y Somosierra, en muchos casos sobre melojares, con mejores suelos y de mayor profundidad, hace que el sistema radical pueda profundizar más y apenas aparezcan raíces en la superficie externa.

#### 4. 3. 3. Impacto total y tipología de áreas recreativas.

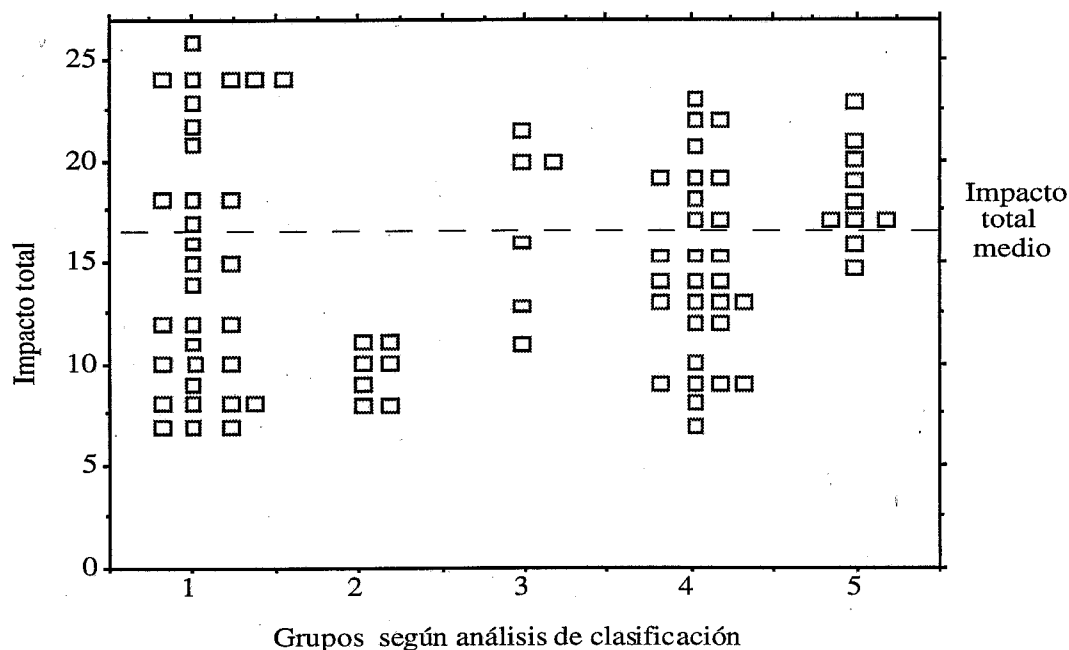
Se ha aplicado un test LSD de comparación de medias con objeto de identificar diferencias significativas entre los distintos grupos de áreas recreativas en relación a los valores medios de **impacto total** (Tabla 2.15).

**Tabla 2.15.** Comparación entre los valores medios de impacto total para cada grupo de áreas recreativas. Mediante letras o grupos de letras se indican diferencias significativas detectadas en un test LSD ( $p < 0,05$ ).

Grupos				
1- Sierra Guadarrama	2- Comarca Buitrago	3- Pinares suroeste	4- Riberas	5- La Campiña
bc	a	bc	b	c
Valor medio de impacto total				
15	9,5	16,8	14,5	18,3

Como se observa, las diferencias se producen entre el grupo 2 (menos impactado; valor medio de impacto total = 9,5) y el resto de grupos. Así mismo, aparecen diferencias entre el grupo 4 (segundo grupo menos impactado; valor medio de impacto total = 14,5) y el grupo 5 (grupo más impactado; valor medio de impacto total = 18,3). Entre el resto de grupos, aunque existen diferencias en sus valores medios de impacto total, éstas no son significativas.

En la Figura 2.11 se ha representado el valor de impacto total de cada uno de los sectores de las áreas recreativas que forman los cinco grupos del análisis de clasificación.



**Figura 2.11.** Representación gráfica del valor de impacto total para cada uno de los sectores de las áreas recreativas pertenecientes a los cinco grupos del análisis de clasificación.

En resumen, los grupos 2 y 4 aparecen como los menos impactados en cuanto al valor de impacto total se refiere. El grupo 5 presenta el mayor grado de impacto total, en tanto que los grupos 1 y 3 se mantienen en una posición intermedia.

#### **4. 4. Estudios complementarios abordados en este trabajo.**

##### **4. 4. 1. Áreas extensivas. Frecuentación de visitantes.**

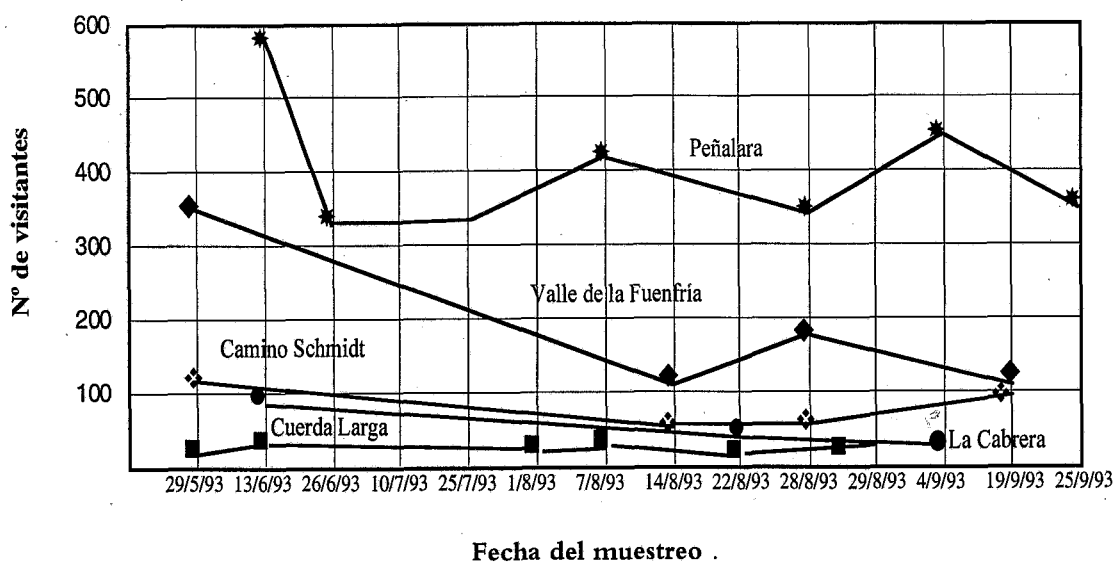
La ubicación de las áreas extensivas puede observarse en la Figura 2.13. El número de visitantes varía considerablemente de unas áreas extensivas a otras (Tabla 2.16). La tradición excursionista en la zona, una buena accesibilidad y la posibilidad de dar largos paseos por terrenos relativamente fáciles, son algunas de las razones que explican la cada vez mayor afluencia a zonas como el Valle de la Fuenfría, el Camino Schmid, y sobre todo, Peñalara que posee,

además, un paisaje único en la Comunidad, y el aliciente de ser el pico más elevado de toda la sierra de Guadarrama.

**Tabla 2.16.** Número medio de visitantes al día y por área extensiva en el periodo mayo-septiembre de 1993.

Área extensiva	Afluencia
Peñalara	392,37
La Cabrera	47,00
Cuerda Larga	18,50
Fuente de la Fuenfria	189,75
Camino Schmid	81,75

La media de visitantes en el total de áreas extensivas es de 179 personas por día de “fin de semana”, oscilando el número entre los 6 individuos contabilizados en Cuerda Larga los días 13 de junio y 7 de agosto, y los 574 de Peñalara, medidos el 13 de junio (Figura 2.12). El número de visitantes por día en el total de áreas extensivas estudiadas se situaría entorno a los 895,4.

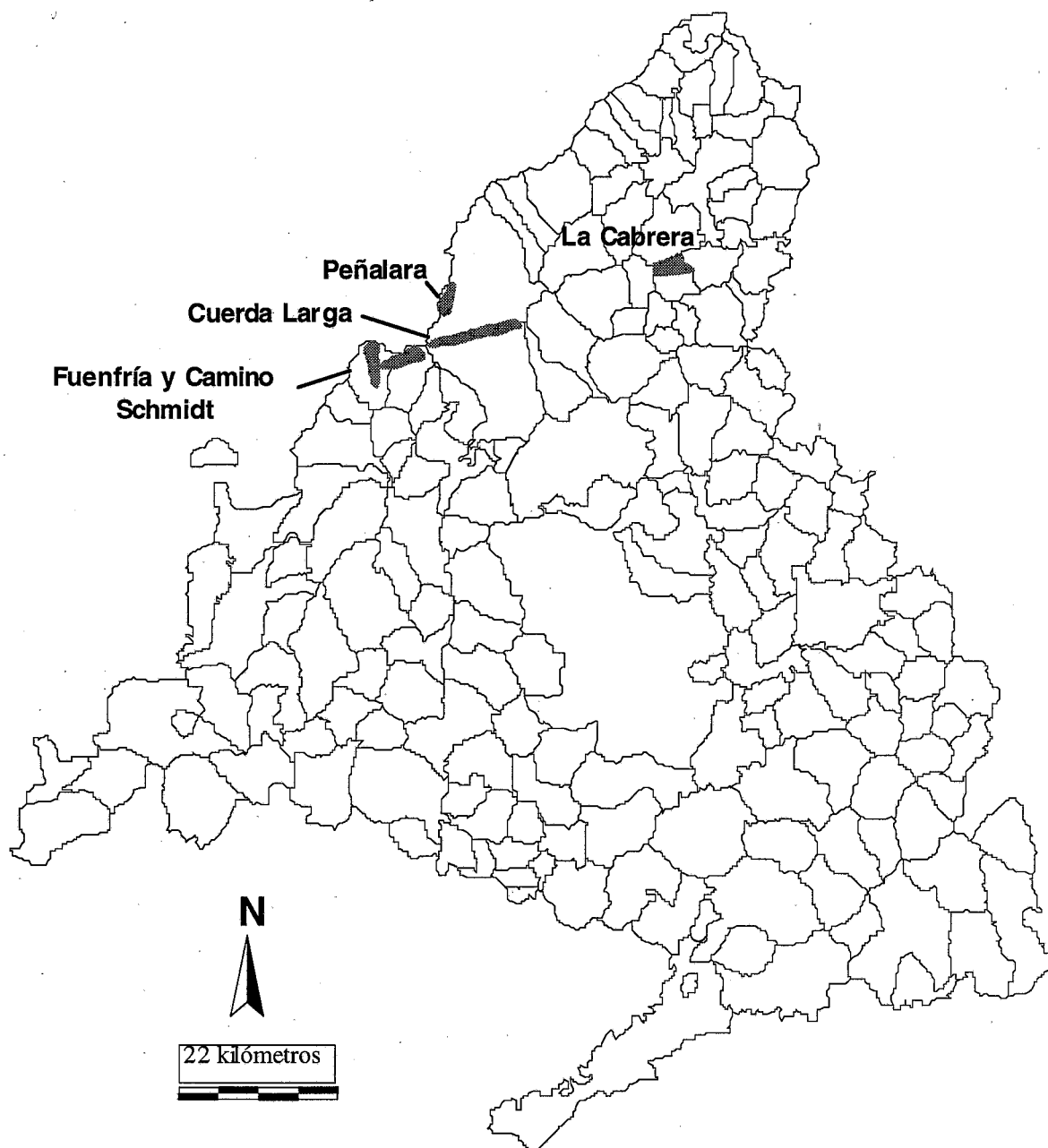


**Figura 2.12.** Variación temporal de la afluencia de visitantes en las cinco áreas extensivas (1993).



Todas las áreas presentan máximos de afluencia a finales de la primavera, decayendo a lo largo de todo el verano en el caso de La Cabrera o manteniéndose en valores máximos hasta el inicio de agosto en Cuerda Larga. En las áreas de Camino Schmid, Fuenfría y Peñalara, tras el máximo de primavera, la afluencia decae hasta unos valores que se mantienen más o menos constantes a lo largo del verano, con algunos picos que no se presentan simultáneamente en las tres áreas.

En los muestreos en las áreas extensivas, dada la dificultad que presentaba la contabilización de los visitantes, creemos que en algunos casos se ha subestimado la frecuentación.



**Figura 2.13.** Localización de las áreas extensivas en la Comunidad de Madrid objeto de estudio.

#### 4. 4. 2. Percepción de la frecuentación por parte de los visitantes.

Otro de los aspectos interesantes del estudio de la frecuentación a las áreas recreativas, es conocer cómo perciben los propios usuarios esta afluencia. Un excesivo número no sólo puede causar graves daños sobre la calidad ambiental, sino sobre la capacidad de disfrute de los propios visitantes. Superado un cierto nivel de saturación la experiencia recreativa del usuario es valorada como negativa, independientemente de los atractivos escénicos o naturales del enclave visitado.

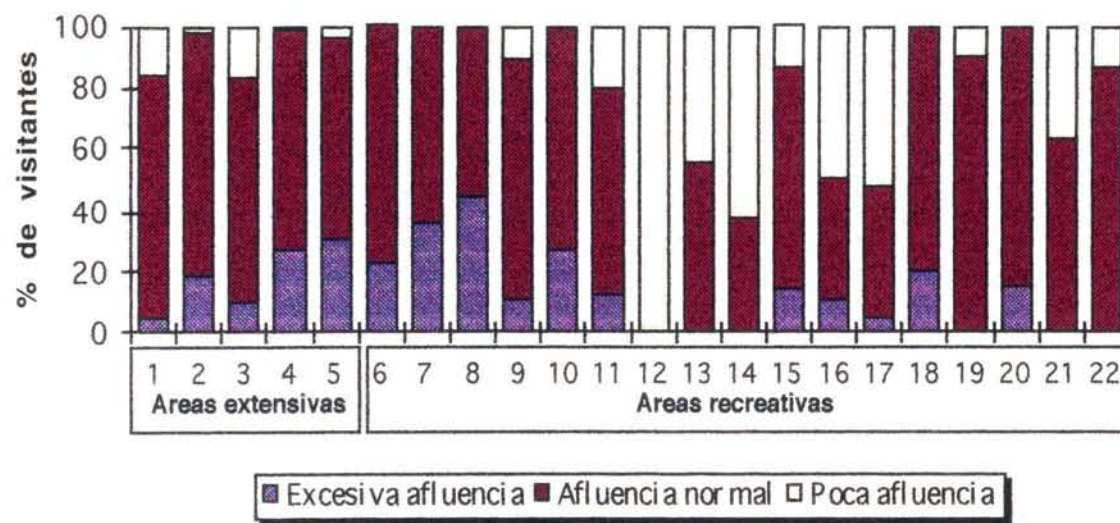
Se preguntó a los visitantes de áreas extensivas y recreativas (intensivas), si consideraban que la zona estaba “normal”, “poco” o “excesivamente concurrida” (Tabla 2.17). La mayoría opinó que el número de personas era “normal” aunque una parte de los encuestados, sobre todo entre los visitantes a las áreas extensivas, consideró que el número de visitantes era “excesivo”, y además, le resultaba molesto. Un 12% de los usuarios de áreas recreativas opinó, por el contrario, que había “muy poca” gente en la zona.

**Tabla 2.17.** Porcentaje de visitantes, en el conjunto de áreas intensivas y extensivas, que consideran que el número de personas en la zona es “excesivo”, “normal” o “escaso”.

Nº Personas	Áreas extensivas	Áreas recreativas
<i>Excesivo</i>	22	18
<i>Normal</i>	73	70
<i>Poco</i>	5	12

Al desglosar los datos por áreas se observan interesantes diferencias entre las zonas (Figura 2.14).

## Percepción de la afluencia



1. La Cabrera	7. La Pedriza	13. S. Agustín Guadalix	18. Aldea Fresno
2. Fuenfria	8. Chopera Samburiel	14. Puente Retamar	19. La Quinta
3. Cuerda Larga	9. Hoya Quiñón	15. La Barranca	20. Fuente del Cura
4. Peñalara	10. Presillas	16. Montejo	21. Navafria
5. Camino Schmid	11. La Isla	17. Chopera de Talamanca	22. Lancha del Yelmo
6. Puerto de Canencia	12. Batres		

**Figura 2.14.** Porcentaje de visitantes, en cada una de las áreas recreativas y extensivas donde se han realizado encuestas sobre percepción de la afluencia.

Los menos tolerantes ante una excesiva concentración de personas parecen ser los usuarios de áreas extensivas (cerca del 25% de los encuestados) y de algunas áreas recreativas de la Sierra. Los motivos principales de esta disparidad de opinión son, por un lado el número de visitantes de cada zona y por otro el perfil del propio visitante, que fluctua desde los más generalistas, poco exigentes con las condiciones del ambiente donde desarrolla sus actividades recreativas, hasta los más especializados, con actitudes ambientales conservacionistas y más exigentes con las condiciones del medio (Múgica, 1993).

Parece existir una relación bastante directa entre el volumen de afluencia y la opinión de los usuarios al respecto. Las áreas extensivas que registran los

valores de afluencia más altos (Peñalara, Fuenfría y Camino Schmid) son también las que acogen la mayor proporción de visitantes poco satisfechos con la masificación que presenta la zona (cerca del 30% en Peñalara y Camino Schmid). Esta opinión es compartida por numerosas personas de áreas recreativas situadas en la Sierra y que presentan las mayores densidades de público (La Pedriza: + del 35% sobre 2.900, Puerto de Canencia: + del 20% sobre 708, Presillas: + del 25% sobre 284 y Chopera Samburiel: + del 45% sobre 223). Comparando ambos grupos de visitantes serranos, los de las áreas extensivas son mucho más exigentes, pues a pesar del elevado valor de la afluencia, la dispersión de los individuos es grande y por tanto la densidad es significativamente inferior a la de áreas recreativas.

Por el contrario, los visitantes de las áreas ubicadas fuera de la Sierra y que tienen, en general, menor afluencia, no consideran que acuda un número excesivo de personas, opinando una parte importante de los encuestados que la densidad es baja (Batres: 100% sobre 65, San Agustín de Guadalix: 40% sobre 73). Esta opinión es compartida, incluso, por los usuarios de otras áreas no serranas que tienen una afluencia elevada de público, como en el caso de la Chopera de Talamanca (55% sobre 447), que es una de las zonas más visitadas de toda la Comunidad.

También influye la actitud que presentan los encuestados. Los visitantes de áreas extensivas que, en general, son más dinámicos y se internan más en el territorio, prefieren ambientes poco humanizados, mientras que los de áreas recreativas, más sedentarios, buscan paisajes con más facilidades para la estancia y el acceso (Múgica, 1993).

#### ***4. 4. 3. Fiabilidad de la ficha de estimación de impactos.***

Con objeto de comparar la utilidad de la ficha de estimación de impactos, para ser aplicada con garantía de fiabilidad, la toma de datos de campo fue realizada por agentes forestales de la Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional y por investigadores, en diferentes momentos de la

campaña de muestreo, y para las mismas área de recreo, pudiéndose comparar de esta forma ambos resultados.

Se ha realizado un análisis de varianza para estimar la existencia de diferencias significativas entre los datos de impactos aportados por ambos colectivos. Para el conjunto de variables continuas se ha empleado un análisis de t-Student.

Las diez variables estudiadas son:

- .Extensión del sector.
- .Extensión del sector utilizado por los usuarios.
- %. suelo descubierto.
- %. cobertura de herbáceas.
- %. cobertura arbustiva.
- %. cobertura arbórea.
- .Nº de mesas.
- .Nº de barbacoas.
- .Nº de contenedores.
- .Nº de fuentes.

El análisis estadístico no obtuvo diferencias significativas para el conjunto de las variables estudiadas

Por otro lado, existen un conjunto de variables discontinuas o en clases (4 clases). Para el análisis de varianza entre estas variables se ha utilizado el análisis para una muestra de rangos de Kruskal-Wallis. Sobre un total de 7 variables:

- .Daño arbolado.
- .Raíces expuestas.
- .Densidad de sendas.
- .Amplitud senda principal.
- .Pérdida de suelo.
- .Basura acumulada.
- .Grado de conservación.

Unicamente se aprecian diferencias significativas en las variables **densidad de sendas y amplitud de la senda principal** (Tabla 2.18).

**Tabla 2.18.** Diferencias significativas (Kruskal-Wallis) entre agentes forestales e investigadores para las variables de impacto "amplitud senda principal" y "densidad de sendas". Significación al 99%.

<i>Variables</i>	<i>g.l.</i>	<i>Grupos</i>	<i>Casos</i>	<i>H</i>	<i>p</i>
<i>Amplitud senda principal</i>	3	4	50	19,273	0,0002
<i>Densidad de sendas</i>	3	4	50	13,850	0,003

Amplitud de la Senda principal. Las diferencias detectadas están en relación a que el colectivo de agentes forestales tiende a otorgar valores extremos en un 76% de los casos y solo valores medios en un 24%. Por el contrario, los investigadores tienden a uniformizar algo más los valores, rebajando hasta un 68% los extremos y elevando hasta un 32% los intermedios.

Densidad de sendas. En esta ocasión también hay que volver a señalar la tendencia en el colectivo de agentes forestales por la elección de valores extremos (78% de los casos), frente a los intermedios (22%). Los investigadores los eligieron en un 60% y un 40% respectivamente.

En resumen, apenas existen diferencias en la apreciación de las variables de la ficha de impacto por ambos colectivos.

---

## ***5. Discusión y conclusiones.***

El análisis estadístico multivariante de las 101 áreas de recreo identificadas en los espacios naturales en la Comunidad de Madrid, ha puesto de manifiesto la existencia de 5 grupos o tipologías de áreas recreativas en función de 46 parámetros ambientales y de accesibilidad. Estos parámetros describen aspectos de su potencialidad como recurso natural recreativo. Los grupos son: “Sierra de Guadarrama-Ayllón”, “Comarca de Buitrago-Somosierra”, “Pinares del Suroeste”, “Riberas” y “La Campiña”.

El total de 101 áreas de recreo acogen alrededor de 2.800.000 visitas anuales. También tienen gran importancia en la recepción de visitantes las áreas de uso extensivo en la sierra de Guadarrama.

El 51% de los visitantes se concentra en cuatro áreas recreativas, mientras que el otro 49% se reparte en las 40 áreas restantes, del total de 44 áreas muestreadas. Las áreas más visitadas son: La Pedriza, Dehesas de Cercedilla, Cerro del Pendón y alrededores (Pto. de Canencia) y la Chopera de Talamanca.



Se observa una evolución del número de visitantes según la estación del año y la zona. En general, en las zonas serranas se producen máximos de afluencia durante el verano mientras que las áreas del sur reciben más visitantes durante la primavera.

Los grupos de áreas recreativas se diferencian significativamente entre sí respecto al número de visitantes que reciben. Destaca el grupo de la "Sierra de Guadarrama", de mayor tradición excursionista, y el grupo "La Campiña", el más cercano a la ciudad de Madrid. Al igual que en otros estudios, la proximidad al punto de origen, la accesibilidad y el conocimiento previo de la zona, parecen ser responsables de las diferencias en la afluencia de visitantes (Usher, 1977; Buhyoff *et al.*, 1981). Estas diferencias permitirán concretar las áreas o grupos de áreas donde se producen estos máximos y ofrecer así recomendaciones para reorganizar o reestructurar la demanda.

Se han medido los impactos ambientales causados por el uso recreativo, observándose un número importante de áreas con impactos graves en el suelo y la vegetación.

Se comprueba la existencia de correlaciones entre algunas variables de impactos y la frecuentación de visitantes (Cole, 1982b; Marion, 1984; Lance *et al.*, 1985; Marion y Merrian 1985). Debemos destacar los elevados coeficientes de correlación para las variables de impacto "densidad de sendas", "amplitud de la senda principal" y "pérdida de suelo". Cuando hay pérdida de suelo, ha existido previamente pérdida de la cubierta vegetal que se asentaba sobre él, con ello, se ha producido a su vez, un descenso en el número de especies (riqueza), y en la cantidad de individuos dentro de cada especie (abundancia). El proceso completo finaliza con la aparición de escorrentía superficial, y a largo plazo formación de cárcavas y barrancos.

Los impactos que presentan las áreas recreativas están en relación con la frecuentación de visitantes, pero también con sus características ambientales.

Se detectan diferencias significativas entre los grupos de áreas recreativas en cuanto a las variables de impacto estudiadas, principalmente entre las áreas

situadas en la franja de la "Sierra de Guadarrama-Ayllón"- "Buitrago-Somosierra" y "Pinares del suroeste" con el grupo de "La Campiña". Estas diferencias pueden resultar más o menos importantes. Sin embargo, merece nuestra atención las diferencias apreciadas en la variable de impacto "densidad de sendas". Las características edafológicas de las áreas recreativas del Grupo 5 (situado sobre arcosas), las hacen especialmente sensibles al tránsito y pisoteo de visitantes, traducándose en la rápida apertura de gran cantidad de senderos.

En cuanto a la variable impacto total ( $\Sigma$  de variables de impacto), el Grupo 2 (Comarca de Buitrago-Somosierra) aparece como el menos impactado y, por ello significativamente distinto al resto de grupos. El Grupo 5 (La Campiña) presenta los mayores valores de impacto total.

Apenas existen diferencias significativas entre los valores de impacto tomados por los agentes forestales y los apreciados por los investigadores. En las variables donde existen, estas diferencias son mínimas. Con estos resultados, podemos afirmar que la ficha de estimación visual de impacto que se ha utilizado, responde a las expectativas y objetivos planteados. Así, cualquier persona, con un corto entrenamiento previo, puede realizar la recogida de datos de campo y el seguimiento de áreas con posibles impactos causados por actividades recreativas.

Los visitantes de las áreas recreativas y extensivas perciben la afluencia de personas de forma diferente. Stankey (1971) demostró que la tolerancia al hacinamiento estaba en función no solamente del nivel y tipo de usos allí presentes, sino también de dónde y cuándo tenían lugar los encuentros y del comportamiento destructivo que pudiesen tener los visitantes.

Una proporción importante de los usuarios de áreas extensivas y de algunas áreas recreativas ubicadas en la Sierra, consideró que el número de personas en el área era excesivo. Por el contrario, los visitantes de las áreas ubicadas fuera de la Sierra opinaron que la densidad era normal e incluso baja.

Con carácter general, podemos afirmar que las características ambientales de las áreas recreativas, determinan su fragilidad ante los impactos causados por la presencia de usuarios. Del mismo modo, estas características influyen en el número de individuos que a ellas afluyen. De esta forma, la sierra de Guadarrama se comporta como el principal foco de atracción de visitantes en la Comunidad de Madrid. Este hecho, debe dirigir la realización de estudios más detallados sobre frecuentación, distribución e impactos de los visitantes hacia las zonas de la Sierra que presenten picos de concentración de visitantes o incompatibilidades entre uso y conservación de los recursos naturales. En estas circunstancias se hallaría el Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares.

## Capítulo 3

---

### *Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares. Modelo de frecuentación recreativa e impactos asociados.*

---

## 1. Introducción.

La utilización de los espacios naturales con finalidades recreativas y culturales ha adquirido gran importancia en el Parque Regional. Al mismo tiempo, y asociado a estos usos se detecta una fuerte presión en puntos particularmente delicados, como es el caso de algunas zonas calificadas bajo la categoría de Reservas Naturales ("La Pedriza" y "Valle de La Barranca"). Se estima en 1.000.000 la cifra de visitas/año que recibe este territorio (de Lucio *et al.*, 1992).

La zona de "La Pedriza", un lugar del Parque con acceso controlado, recibió durante 1985, 122.180 visitantes, aumentando la cifra durante 1991 a 204.096, a 311.000 en 1994 y 350.000 en 1995<sup>3</sup>. La creación en 1985 del Parque Regional y la declaración del área de "La Pedriza" como zona de máxima protección (Reserva Natural), no han conseguido modificar los hábitos de los visitantes, incrementándose el ya saturado uso recreacional, dando lugar a un modelo de uso del espacio que con el tiempo se ha visto reforzado por la aparición de equipamientos y facilidades.

---

<sup>3</sup> Fuente : Unidad Técnica de Gestión del Parque Regional.

Según dispone el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Regional *“De acuerdo con los objetivos generales del Parque, el uso público debe realizarse de tal manera que resulte compatible con la conservación de los recursos o con su restauración, cuando ello sea preciso. Por ello y, tal como quedaba reflejado en el capítulo 9 del Plan Rector de 1987 se ha elaborado un Plan de Uso Público del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares”* (Comunidad de Madrid, 1995a).

Entre los objetivos generales del Plan de Uso Público destacan los siguientes:

- Establecer las áreas disuasorias que satisfagan la simple demanda de aire libre, descargando así las zonas más frágiles del Parque de un uso recreativo masivo.
- Dar prioridad a las actividades de bajo impacto (paseo, contemplación, etc.) como el modo más favorable para disfrutar de los valores del Parque.

Como ya se puntualizó en el capítulo 1, los usos recreativos se conciben, dentro de las tendencias actuales de planificación de espacios naturales protegidos, como una modalidad no extractiva de explotación de los recursos naturales, frecuentemente compatible con la conservación. El cambio de la sensibilidad de la sociedad respecto a la conservación de la naturaleza y el aumento de la demanda de espacios naturales para el recreo ha llevado a los gestores a inscribir la recreación como un elemento principal de la planificación, gestión y funcionamiento de los espacios protegidos.

Desde el punto de vista recreativo, el Parque Regional presenta ciertas características que lo hacen singular:

- Su accesibilidad, con dos autovías desde Madrid (Villalba y Colmenar) y, otras vías de comunicación secundarias en el interior del Parque que facilitan el acceso de visitantes a cualquier punto de su territorio.
- La larga tradición recreativa de ciertos enclaves como el Alto Manzanares, Cuerda Larga y sobre todo “La Pedriza” de Manzanares, explorada por primera vez por Casiano de Prado en 1864, para su memoria geológica de la Provincia de Madrid y redescubierta a principios de siglo por los integrantes de la Institución Libre de Enseñanza, y las sociedades deportivas y

excursionistas que surgieron por aquella época (Real Sociedad Peñalara, Club Alpino Español). Desde aquellos días, ha sido punto de referencia obligado para el excursionismo y el recreo madrileño.

-Sus características físicas y biológicas, con algunos enclaves de gran espectacularidad paisajística y faunística, amplias formaciones boscosas y aguas limpias y aptas para el baño a tan sólo 47 kilómetros de Madrid. Todo ello, hace que el Parque absorba una gran parte de la demanda recreativa de naturaleza de Madrid y su área metropolitana, con cerca de cinco millones de habitantes.

Dadas las actuales tendencias es previsible un aumento de la actividad recreativa en el área del Parque Regional. Se observa ya una cierta diversificación de las actividades que tienden a extenderse hacia el sur, desde los lugares clásicos de la Sierra, con prácticas tales como el ciclismo de montaña o la excursión ecuestre. El aumento de la ocupación del espacio a base de estas actividades, es un resultado probable del aumento de la demanda recreativa de naturaleza, en conjunción con las restricciones urbanísticas del Parque y las difíciles perspectivas para la ganadería.

Actualmente el problema de gestión podría cifrarse en controlar y ubicar adecuadamente el aumento de la presión recreativa, procurando los mínimos trastornos ecológicos, y ajustando la frecuentación a la zonificación del Parque. La elección de lugares de estancia dentro de un espacio natural puede estar motivada por diferentes causas: unas, relacionadas con la distancia al punto de origen y coste de acceso (Usher, 1977); otras, con la existencia de diferentes valores escénicos y paisajísticos, distintas facilidades o equipamientos y grado de accesibilidad física (Buhyoff *et al.*, 1981; Kenestch *et al.*, 1976).

Diferentes investigaciones han analizado las relaciones existentes entre las múltiples formas de uso recreativo, y las características físicas del territorio o las características sociales de los usuarios. Rudis (1987) proporcionó un procedimiento para clasificar el territorio dependiendo de la potencialidad de uso recreativo estimada por los visitantes. Los lugares son clasificados en una

---

## 2. Objetivos.

Atendiendo a la problemática que presenta el uso recreativo en el Parque Regional, y a los objetivos identificados en su Plan de Uso Público, los principales objetivos marcados para este capítulo se enumeran a continuación:

- Analizar en detalle los factores ambientales que explican la distribución de los visitantes, buscando las relaciones entre diferentes descriptores del medio físico y la concentración de visitantes.
- Estudiar los impactos ambientales producidos por el uso recreativo.
- Establecer relaciones entre las características ambientales de determinados lugares y los impactos allí observados.



---

### ***3. Materiales y métodos.***

#### ***3. 1. Area de estudio.***

El Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares, con una superficie de 46.728 has, se ubica en el área central de la vertiente meridional de la sierra de Guadarrama, en una rampa que desde las cumbres desciende a la meseta (Figura 3.1).

El Parque Regional se extiende en su mayor parte sobre el zócalo hercínico del levantamiento del Sistema Central, alcanzando también a la correspondiente rampa sedimentaria de degradación. El macizo rocoso está formado por un núcleo granítico y su aureola metamórfica. Las formaciones graníticas constituyen la parte central y paisajísticamente más espectacular del área montañosa del Parque. Las rocas metamórficas, representadas por gneis bandeados y glandulares, se encuentran en las zonas norte y este del Parque.



**Figura 3.1.** Situación del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares en el territorio de la Comunidad de Madrid.

La denominada falla de Torreloz marca el límite del zócalo hercínico con el dominio del detrítico terciario, representado dentro del área por la fracción arenosa (arcosas facies Madrid). Fisionómicamente esta zona, que corresponde al tercio inferior de la región, es una rampa descendente hacia la depresión del Tajo.

Las cotas máxima y mínima oscilan entre los 2383 m del Pico Cabeza de Hierro y los 615 m del Soto de Viñuelas. Este fuerte gradiente altitudinal muestra una acusada variación mesoclimática. Las temperaturas aumentan a medida que se desciende de las cumbres serranas por la vertiente meridional. Las precipitaciones disminuyen en este mismo sentido, al tiempo que el período de sequía se hace más prolongado. En la línea de cumbres se alcanzan de 1600 a 2000 mm anuales, una parte de ellos en forma de nieve, proporcionando al río Manzanares su característico régimen pluvio-nival. Por contraste, en la campiña, a 700 m de altitud, las precipitaciones se sitúan en torno a los 450 mm.

De los seis pisos bioclimáticos reconocidos para la región mediterránea, cuatro están representados en el área: mesomediterráneo, supramediterráneo, oromediterráneo y crioromediterráneo.

Desde el punto de vista biogeográfico hablaríamos de una región Mediterránea, superprovincia Mediterráneo-Iberoatlántica, provincia Carpetano-Ibérico-Leonesa, subprovincia Carpetana y sector Guadarrámico (Rivas-Martínez *et al.*, 1990). En este Sector se distinguen los siguientes pisos bioclimáticos:

.Piso mesomediterráneo (encinares y fresnedas sobre suelos arenosos).

.Piso supramediterráneo (encinares y robledales sobre suelos silíceos duros y fresnedas con robles sobre suelos hidromorfos).

.Piso oromediterráneo (piornal-enebral con pino silvestre).

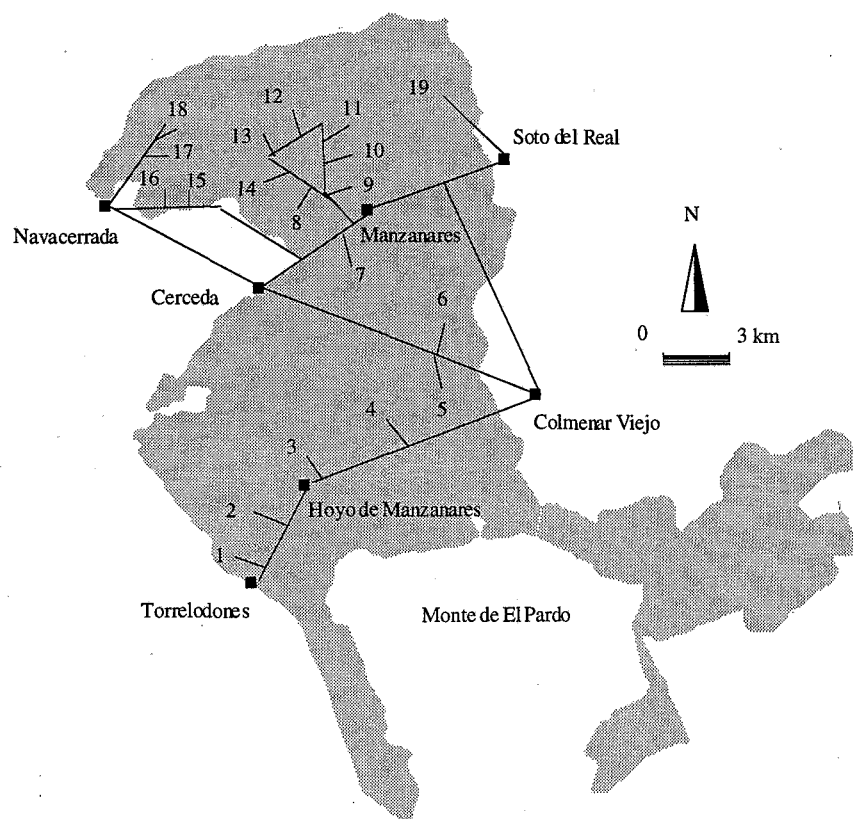
.Piso crioromediterráneo (pastizales de alta montaña).

Los visitantes se distribuyen principalmente en bandas a lo largo de las carreteras, que procedentes de las vías principales cruzan el territorio en dirección este-oeste. Algunas otras vías penetran en la zona más montañosa del Parque.

### **3. 2. Plan de muestreo.**

Aunque el grueso de las visitas al Parque Regional se concentra, como ya se ha apuntado, en el área de "La Pedriza", existen otros lugares que presentan una serie de características que facilitan la presencia de visitantes. En este caso se ha considerado como universo muestral todos los puntos del territorio del Parque donde fuese posible estacionar vehículos, con la única limitación de que fuesen áreas no sujetas a restricciones de uso recreativo.

Aleatoriamente fueron seleccionadas 19 localidades (Figura 3.2). En cada una de ellas se trazó un transecto de 1 km de longitud.



**Figura 3.2.** Ubicación de las 19 localidades de muestreo en el territorio del Parque Regional.

En cada transecto se establecieron 4 puntos de muestreo equidistantes donde se tomaron datos de afluencia de visitantes (vehículos y personas), variables físicas y de accesibilidad y variables de impacto.

#### Variables físicas.

En cada punto de muestreo se midieron sobre una parcela de 50 x 50 m las siguientes variables:

- Cobertura de frondosas.
- Cobertura de coníferas.
- Cobertura de arbustos.
- Cobertura de rocas.
- Altitud.

- Accidentes físicos. (En clases, según % en el territorio de muestreo).
- Pendiente.
- Distancia zona de baño más próxima.
- Distancia zona con agua potable más próxima.
- Distancia al estacionamiento de vehículos.
- Distancia al camino más próximo.
- Densidad de sendas por parcela.
- Anchura de la senda principal en la parcela.

#### Variables de impacto.

Se consideraron varios estimadores de impacto propuestos por distintos autores (Cole y Marion, 1988; Mortensen, 1989; Hammitt y Madden, 1989).

- Daños en árboles. (En clases, según individuos dañados en el territorio de muestreo).
- Daños en arbustos. (En clases, según individuos dañados en el territorio de muestreo).
- Raíces expuestas. (N° de árboles en esta situación en el territorio de muestreo).
- Número de fogatas.
- Cobertura de herbáceas (1 x 1 m).
- Cobertura de herbáceas (10 x 10 m).
- Suelo descubierto de vegetación.
- Basura. (En clases, según acumulación y percepción en el territorio de muestreo).

#### Variables de frecuentación.

Se han considerado dos variables de frecuentación. Se contabilizó el número de personas (NP) avistadas en cada una de las 76 parcelas de los 19 transectos.

También se contabilizó el número de vehículos (NVE) en los 19 estacionamientos al inicio de los transectos. Estos datos se tomaron a la misma hora (12,30 PM) en diferentes días y con similares condiciones meteorológicas.

### ***3. 3. Tratamiento estadístico.***

La presencia de visitantes en un determinado punto del territorio, se relacionó con los impactos allí detectados y con las características físicas del lugar, mediante un análisis de regresión paso a paso (Draper y Smith, 1966).

Las relaciones entre las características físicas y de accesibilidad de determinados puntos del territorio y los impactos allí detectados, fueron exploradas mediante un análisis de correlación canónica. Este tipo de técnica resulta muy útil para determinar la relación entre dos matrices de datos considerados simultáneamente (Gauch y Wentworth, 1976). En nuestro caso, se consideró por un lado, la matriz correspondiente a las 13 variables físicas y de accesibilidad por los 76 puntos de muestreo, y por otro lado las 8 variables correspondiente a los impactos en los mismo 76 puntos de muestreo.

---

## **4. Resultados.**

### **4. 1. Frecuentación de visitantes y recursos ambientales.**

El modelo desarrollado permite predecir la frecuentación de visitantes en función de variables ambientales.

La presencia de visitantes en un determinado punto del Parque está relacionada con sus características ambientales.

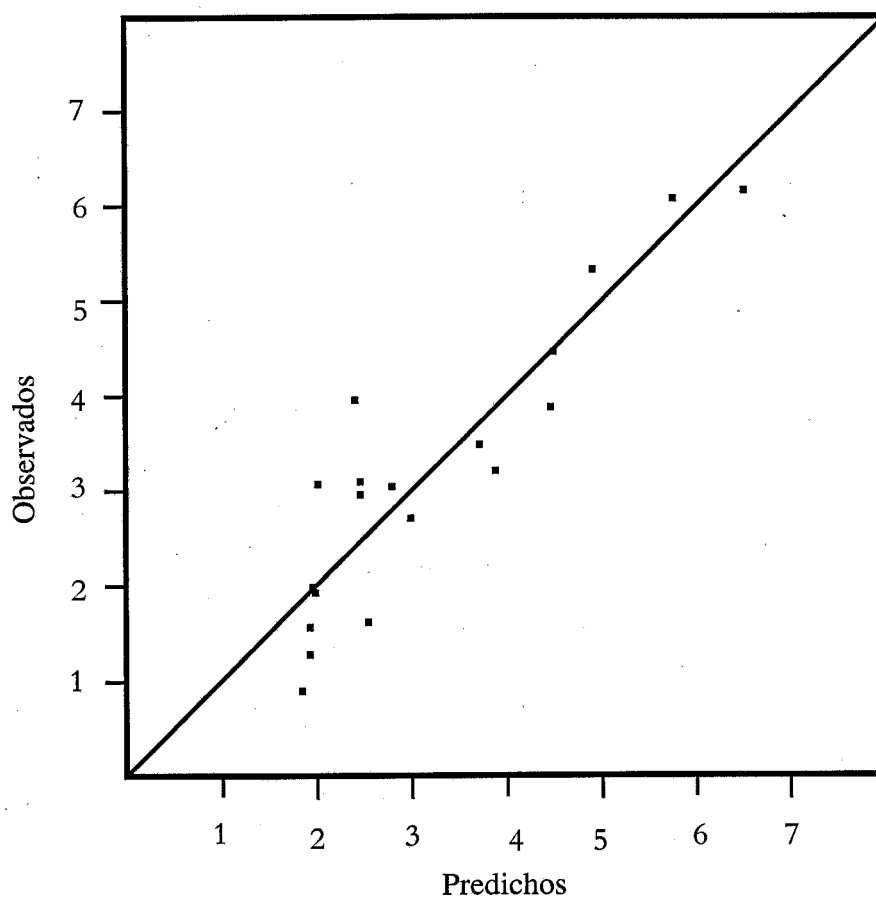
Mediante análisis de regresión paso a paso, se ha ensayado un modelo de frecuentación recreativa de visitantes. La afluencia prevista vendría dada por un polinomio del tipo:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$$

Las dos variables de frecuentación, número de vehículos en el punto de acceso (NVE) y número de personas (NP) en cada una de las parcelas de muestreo, constituyen las variables dependientes de sendos modelos de regresión.

Las variables independientes del modelo se han seleccionado entre las variables ambientales con el objeto de obtener un modelo con un pequeño set de variables significativas. Los valores adoptados por la F al introducir e intercambiar variables en el modelo es 4.

Número de vehículos en el punto de acceso (NVE), (Figura 3.3). Un 75% de la concentración de vehículos (NVE) en el punto de acceso a cada transecto puede explicarse en función de tres variables: **cobertura de pinar (CPI)**, **distancia a un lugar con baño (DAB)** y **amplitud de la senda principal (ASP)**, (Tabla 3.1).



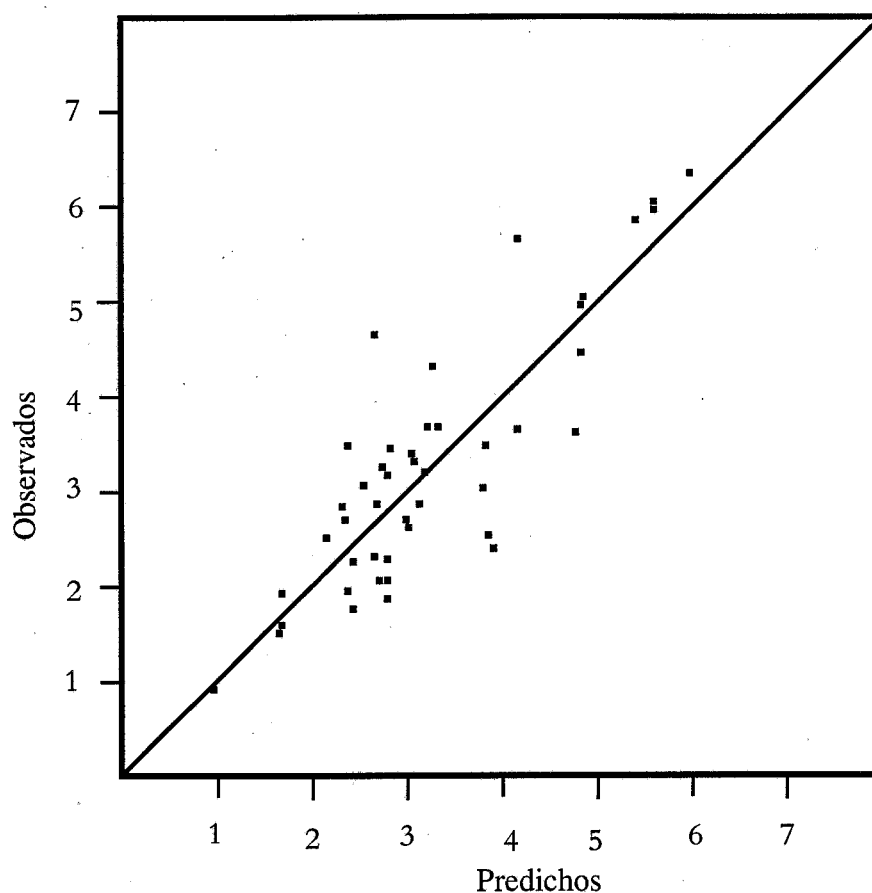
**Figura 3.3.** Gráfica de regresión del número de vehículos en el punto de acceso de los transectos (NVE), ( $r^2 = 0,749$ ;  $p = 0,001$ ).



**Tabla 3.1.** Resumen estadístico de los resultados de la regresión paso a paso para el número de vehículos en el punto de acceso (NVE), ( $r^2 = 0,749$ ;  $p = 0,001$ ).

Variable independiente	Coefficiente	Error estándar	Valor-t	Nivel significación
Constante	5,0378	0,779	6,464	0,000
CPI	0,0193	0,006	2,844	0,013
DAB	-0,7784	0,189	-4,110	0,001
ASP	0,1873	0,049	1,875	0,081

Número de personas distribuidas a lo largo de los transectos (NP), (Figura 3.4). Se han considerado los 40 puntos de muestreo en los que se contabilizó al menos la presencia de un individuo. Un 60,9% de la varianza puede ser explicada en función de tres variables: **cobertura de matorral (CMA)**, **distancia a una senda principal (DSP)** y **distancia a agua potable (DAP)**, (Tabla 3.2).



**Figura 3.4.** Gráfica de regresión del número de personas distribuidas a lo largo de los transectos (NP), ( $r^2 = 0,609$ ;  $p = 0,001$ ).

**Tabla 3.2.** Resumen estadístico de los resultados de la regresión paso a paso para el número de personas a lo largo de los transectos (NP), ( $r^2 = 0,609$ ;  $p = 0,001$ ).

<i>Variable independiente</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Error estándar</i>	<i>Valor-t</i>	<i>Nivel significación</i>
<i>Constante</i>	6,7586	0,495	13,648	0,000
<i>CMA</i>	-0,0103	0,005	- 1,989	0,054
<i>DSP</i>	-0,7823	0,123	- 6,327	0,000
<i>DAP</i>	-0,5131	0,172	- 2,974	0,005

En los dos modelos existen tres variables predictoras de la frecuentación, una de ellas relacionada con la cobertura vegetal, otra con la proximidad al agua y una última con la facilidad de acceso.

Los lugares preferidos como áreas de esparcimiento son masas de pinar en las proximidades de un lugar con baño. La amplitud de los caminos pone de manifiesto la transitabilidad y concentración de personas en estos lugares.

La dispersión a pie desde estos puntos se ve dificultada por la densidad de matorral, y favorecida por la presencia cercana de puntos de agua y de caminos que facilitan el desplazamiento.

#### **4. 2. Frecuentación de visitantes e impactos ambientales.**

Mediante este modelo, se intenta estimar si la frecuentación en un punto podría ser evaluada a través de una serie de variables indicadoras del impacto.

En el modelo correspondiente para el número de visitantes (NVA) en los puntos de acceso a cada transecto, se encontró que un 64,4% de la varianza puede ser explicada en función de tres variables: **raíces expuestas** (REX), **suelo descubierto** (SDE) y **acumulación de basura** (ABA) (Tabla 3.3).

**Tabla 3.3.** Resumen estadístico de los resultados de la regresión paso a paso para el número de visitantes en el acceso de los transectos (NVA), ( $r^2 = 0,646$ ;  $p = 0,001$ ).

<i>Variable independiente</i>	<i>Coficiente</i>	<i>Error estándar</i>	<i>Valor-t</i>	<i>Nivel significación</i>
<b>Constante</b>	0,4869	1,862	0,261	0,799
<b>REX</b>	0,5136	0,290	1,766	0,111
<b>SDE</b>	0,2082	0,154	1,348	0,210
<b>ABA</b>	0,3094	0,318	0,971	0,356

La varianza residual, podría ser explicada por las diferencias de sensibilidad o capacidad de carga recreativa de los diferentes ambientes. El análisis de residuos, pone de manifiesto que los pinares muestran valores positivos, mientras que el resto de formaciones, constituidas principalmente por paisajes abiertos con matorral y encinar suelen tener residuos negativos. El número de visitantes en estos lugares tiende a ser ligeramente sobreestimado por el modelo, mientras que en los pinares, el modelo suele subestimarlos. Los matorrales y encinares parecen acusar con mayor facilidad los impactos de la actividad recreativa.

Estos resultados están en la misma línea que los obtenidos en el caso de las áreas recreativas de la Comunidad de Madrid (capítulo 2).

#### **4. 3. Recursos ambientales e impactos.**

Las relaciones entre factores ambientales e intensidad de los impactos producidos como efecto de la actividad recreativa, se exploró mediante un modelo de correlación canónica.

La correlación canónica resulta útil como técnica de relación entre dos matrices de datos consideradas simultáneamente. La relación entre el modelo de estimación de impactos y el conjunto de variables que influyen en la presencia de visitantes, puede ser de interés para el desarrollo de un método de evaluación de impactos asociado a las actividades recreativas.

Efectivamente es posible establecer una relación entre ambos sets de variables. En la Tabla 3.4 se representan los coeficientes de las dos variables canónicas con una correlación significativa al 99%. La primera ( $r = 0,852$ ), expresa la relación entre accesibilidad (cercanía al vehículo y menor número de accidentes físicos) y proximidad a ciertos recursos (agua para bañarse), con la intensidad de determinados impactos muy notables, como acumulación de basura y aparición de suelo descubierto de vegetación.

**Tabla 3.4.** Coeficientes para las variables canónicas del primer y segundo set.

1ª Correlación canónica: 0,85;  $X^2$ : 240,52; Grados de libertad: 104; Significación:  $p < 0,0001$ .

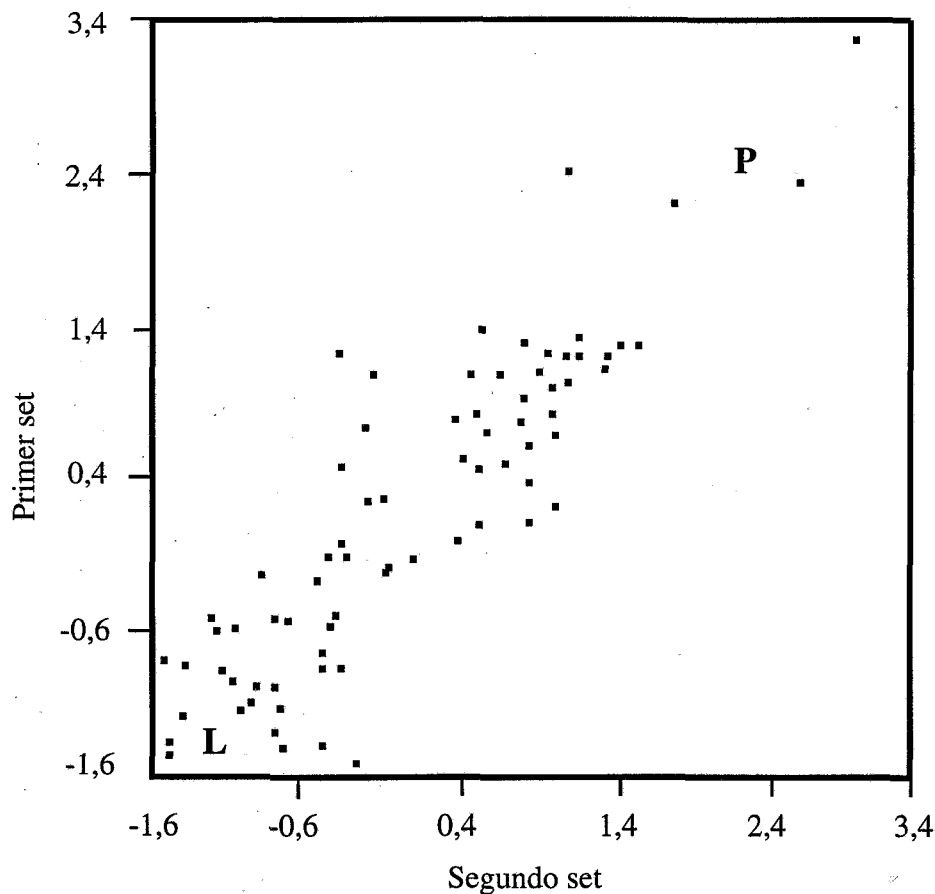
2ª Correlación canónica: 0,76;  $X^2$ : 157,54; Grados de libertad: 84; Significación:  $p < 0,0001$ .

<i>Coeficientes para las variables canónicas del primer set</i>		
	1ª Correlación	2ª Correlación
<i>Altitud</i>	- 0,03258	- 0,05236
<i>Matorral</i>	- 0,20429	- 0,37513
<i>Pinar</i>	- 0,16446	- 0,29144
<i>Frondosas</i>	0,09374	0,48327
<i>Afloramientos rocosos</i>	- 0,20888	- 0,45206
<i>Pendiente</i>	- 0,04019	0,43436
<i>Accidentes físicos</i>	- 0,21636	- 0,04148
<i>Distancia agua baño</i>	- 0,62690	- 0,01119
<i>Distancia agua beber</i>	- 0,07195	- 0,19748
<i>Distancia vehículo</i>	- 0,35722	0,60530
<i>Distancia senda principal</i>	0,04962	0,05924
<i>Densidad de sendas</i>	- 0,02752	0,09500
<i>Amplitud senda principal</i>	0,14313	- 0,00633
<i>Coeficientes para las variables canónicas del segundo set</i>		
	1ª Correlación	2ª Correlación
<i>Daños en árboles</i>	- 0,6894	0,58169
<i>Daños en arbustos</i>	- 0,2022	- 0,4146
<i>Raíces expuestas</i>	0,26115	0,33611
<i>Fogatas</i>	0,03376	0,23458
<i>Cobertura herbáceas en 1 x 1 m</i>	0,31190	- 0,23284
<i>Cobertura herbáceas en 10 x 10 m</i>	0,12904	0,46623
<i>Suelo descubierto</i>	0,32828	0,06777
<i>Basura acumulada</i>	0,68329	- 0,76555

En la Figura 3.5, 1ª variable canónica ( $r = 0,852$ ), se representa la posición de las diferentes parcelas, en relación a los dos sets de variables correlacionadas. Las parcelas ubicadas en el sector P (próximas), representan aquellas que se encuentran en el comienzo de los transectos, muy transitadas. Seleccionadas

por variables como **amplitud de sendas**, **cobertura de frondosas** y **distancia a la senda principal**. Se observa en estas mismas parcelas coeficientes elevados con variables de impacto: **basura acumulada** y **suelo descubierto**.

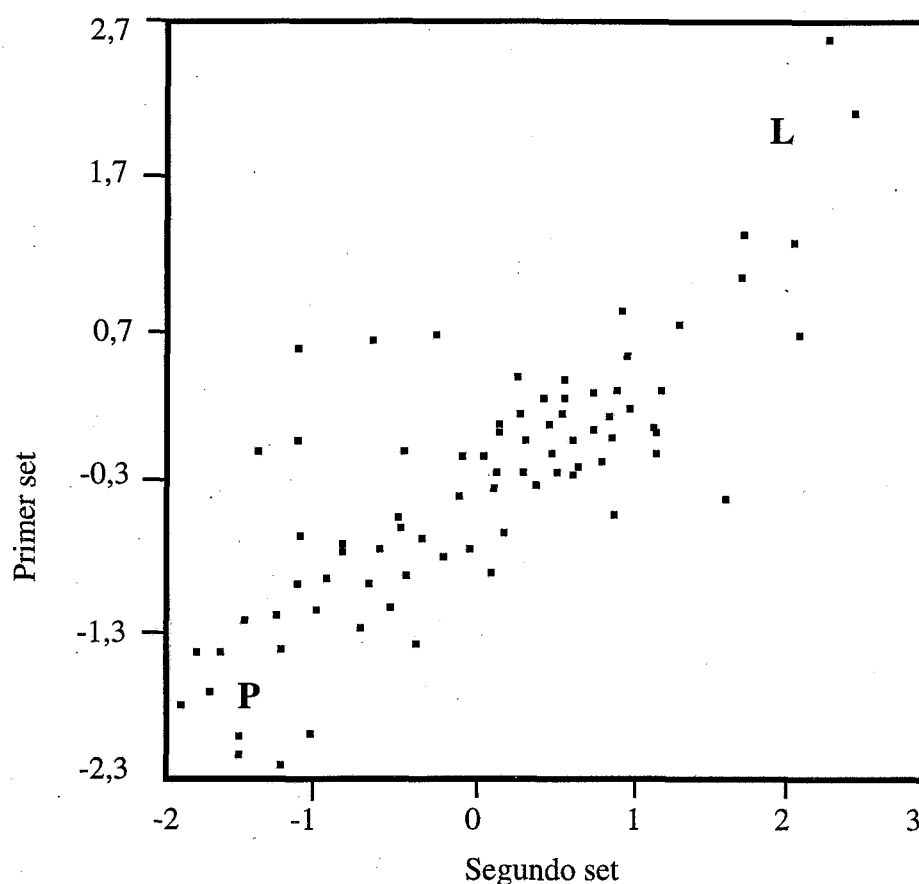
Parcelas ubicadas en el sector L (lejanas), situadas al final de los transectos, poco transitadas. Seleccionadas por variables como **distancia al agua para bañarse** y **distancia al vehículo**. En estas parcelas no se detectan impactos a gran escala (basura o suelo descubierto), sino que los impactos diferenciales son de tipo puntual, como daños en ramas o ramillas de arbustos o árboles.



**Figura 3.5.** Representación gráfica de la primera variable canónica ( $r = 0,852$ ). Posición de las parcelas según sectores P y L.

En la segunda variable canónica ( $r = 0,758$ ), se refleja la correlación entre lugares alejados del punto donde se estacionó el vehículo, con impactos más específicos sobre el arbolado y sus raíces. Estos impactos se pueden atribuir a las condiciones ambientales de estas zonas, con bosques y fuertes pendientes donde el tránsito de visitantes favorece los impactos.

En la Figura 3.6 (segunda variable canónica) se observa la posición de las parcelas en este otro caso.



**Figura 3.6.** Representación gráfica de la segunda variable canónica ( $r = 0,758$ ). Posición de las parcelas según sectores P y L.

Parcelas ubicadas en el sector L (lejanas), seleccionadas por la variable **distancia al vehículo**, siendo esta distancia elevada al tratarse de parcelas ubicadas al final de los transectos. Otras variables que se seleccionan son la

**cobertura de frondosas** y la **pendiente**, esta última, implica menor accesibilidad a estos lugares. Los impactos más importantes que aquí se observan tienen un carácter minoritario. La presencia de la variable **cobertura de herbáceas en parcela 10 x 10 m** con un alto coeficiente (+ 0,4662), indica lugares poco transitados.

Parcelas ubicadas en el sector P (próximas), muy transitadas, seleccionadas por variables como cobertura de matorral y cobertura de pinar (búsqueda de cobijo y sombra), convirtiéndolas en satisfactorias para los visitantes. Estas parcelas se singularizan por impactos de tipo “grueso” como la basura acumulada y los daños a los arbustos. En alguna de estas parcelas incluso es posible estacionar el vehículo en su interior, remarcando con ello la influencia sobre la vegetación arbustiva dañada.

---

## 5. *Discusión y conclusiones.*

La presencia y distribución de visitantes en el territorio de un espacio natural protegido, puede ser explicada en gran medida, mediante determinadas variables físicas y biológicas del ambiente, siguiendo unos patrones similares a los que rigen la ubicación de áreas recreativas en un territorio extenso (ver capítulo 2).

La actividad recreativa en el Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares, se concentra preferentemente en áreas fácilmente transitables, con bosque de pino y lugares con baño. La dispersión se ve favorecida por la existencia de sendas y la proximidad de agua potable, de forma similar a los resultados obtenidos por otros autores (Cole, 1982a). El hecho de que la cobertura de matorral sea la cualidad física que más negativamente influye en la dispersión de los sujetos puede deberse al efecto de barrera visual e intransitabilidad de estos lugares. La penetración visual está relacionada positivamente con la belleza escénica percibida (Rudell *et al.*, 1989).

Al igual que en numerosos experimentos anteriores, el agua y los árboles se han comprobado como indicadores universales en las preferencias paisajísticas



(Kaplan, 1984; Bernáldez, 1985). Así mismo, ocupan un espacio importante en los motivos de preferencia de áreas de recreo, comprobándose la existencia de una relación importante entre el valor escénico y paisajístico y la demanda recreativa (Bernáldez *et al.*, 1981; Virden y Screyer, 1988; Ruddell *et al.*, 1989).

Como se ha sido constatado en otros estudios, una medida general de intensidad de uso recreativo viene dada por una serie de variables de impacto (Kuss, 1983; Lockaby y Dunn, 1984). En nuestro caso estas variables son: acumulación de basuras, porcentaje de suelo descubierto de vegetación y la cantidad de raíces de árboles expuestas.

Los suelos predominantes en la zona, constituidos por una matriz arenosa ácida, procedente de la degradación de materiales graníticos son muy vulnerables al pisoteo. Los efectos de compactación, pérdida de cubierta herbácea y erosión, aparecen como indicadores incipientes del tránsito de personas, dados los umbrales relativamente bajos de capacidad de soporte de estos suelos.

Otros impactos aparecen selectivamente en zonas con características específicas, tal como pone de manifiesto la segunda dimensión canónica. Daños en árboles, cobertura de herbáceas en parcela 10 x 10 m y aumento de raíces expuestas son características de lugares planos, con vegetación de frondosas, pero sobre todo alejados de enclaves con estacionamiento de vehículos.

El modelo de frecuentación recreativa podría proporcionar un mapa predictor de uso. La variabilidad no recogida en el modelo podría estar relacionada con cualidades no estrictamente físicas del territorio, entre las que destacaríamos la calidad del paisaje y el conocimiento o habituación a ciertos enclaves, que los hace ser preferidos (Hammitt, 1981).

El modelo abre una línea de experimentación en futuros trabajos. La superposición del mapa real de frecuentación con el mapa predictor, revelaría las zonas donde las desviaciones del modelo son más significativas. Se espera

que el análisis de estos lugares refuerce las hipótesis sobre nuevos parámetros predictores a incorporar en el modelo.

El manejo de la concentración de usuarios, deberá realizarse mejorando la accesibilidad del territorio (contemplado en el modelo) o proporcionando información sobre áreas alternativas de recreo (no contemplado en el modelo).

## Capítulo 4

---

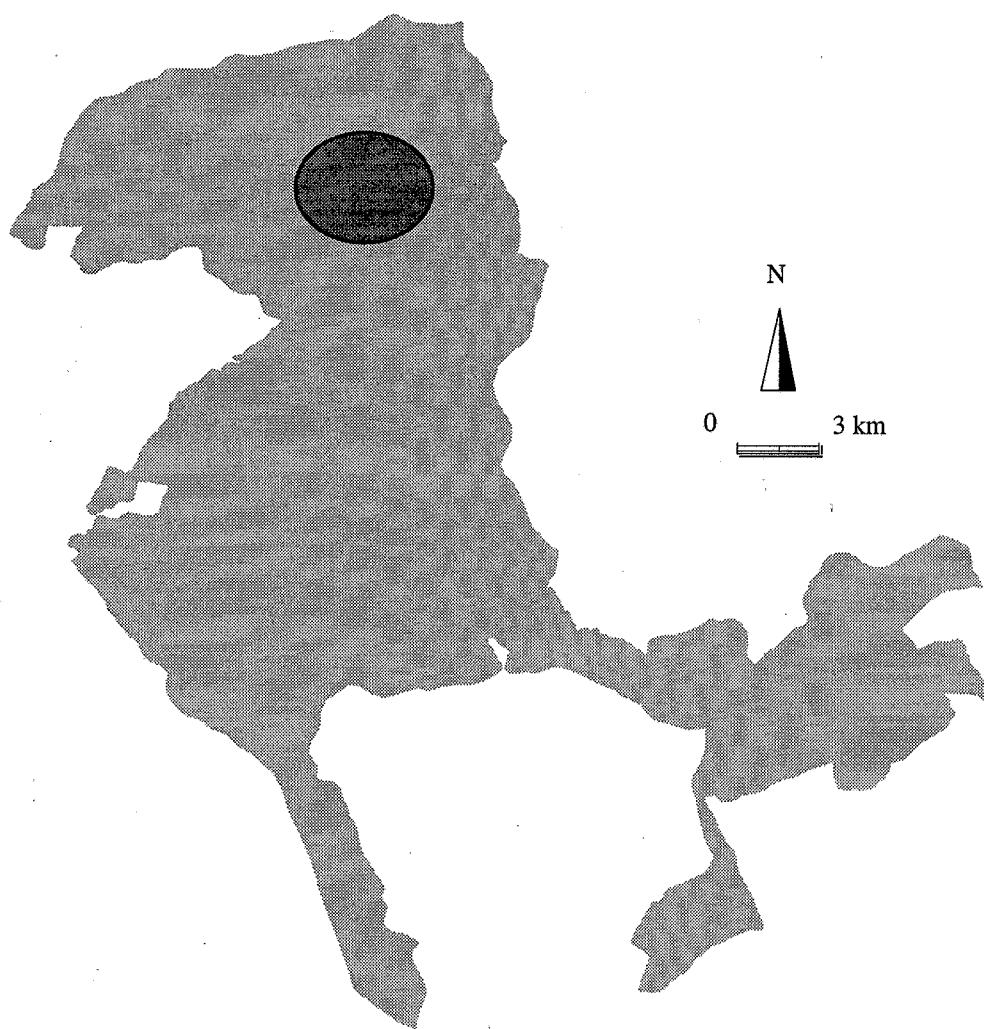
*Parque Regional de la Cuenca Alta del  
Manzanares. Efectos del pisoteo sobre comunidades  
pratenses en praderas de “La Pedriza”  
(Manzanares el Real).*

---

## 1. Introducción.

Como ya se ha comentado, la vocación recreativa de la Cuenca Alta del Manzanares está propiciada por su proximidad a Madrid, su gran accesibilidad y por sus cualidades paisajísticas y climáticas.

El área de "La Pedriza", portadora de una importante tradición recreativa y montañera desde principios de siglo, presenta en la actualidad un grave problema. Con una superficie de apenas 6 km<sup>2</sup> soporta unas 350.000 visitas al año. En el uso recreativo de esta área confluyen las circunstancias contrapuestas de su elevada frecuentación y su alto valor de conservación (la zona está clasificada en la zonificación del Parque Regional como A<sub>1</sub> o de Reserva Natural Integral) (Figura 4.1).



**Figura 4.1.** Ubicación de "La Pedriza" en el territorio del Parque Regional.

Gran parte de los visitantes de "fin de semana" suelen dedicarle un único día de estancia al Parque Regional. Llegan a primeras horas de la mañana, concentrándose, casi exclusivamente, en una superficie reducida del área de "La Pedriza". Exactamente aquélla que discurre por las márgenes del río Manzanares entre los populares enclaves de "Canto Cochino" y "Charca Verde" o en el Arroyo de la Majadilla, entre "Canto Cochino" y el Refugio Giner de los Ríos. Apenas dos franjas de 2 km de largo por 50 m de ancho, concentran el 70% de usuarios que acceden al área, produciéndose unas densidades de hasta 120 sujetos/ha (Gómez-Limón y García Avilés, 1992).

La entrada de vehículos al área de Reserva Natural de "La Pedriza", está limitada actualmente a un máximo de 500 vehículos diarios simultáneamente. La gran demanda existente satura este límite encontrándose por ejemplo un domingo de verano (12/7/93) que a las 10 h ya se ha cubierto este cupo. Al finalizar el día más de 1.000 vehículos habían superado dicha barrera.

Las actividades que aquí se realizan son: paseos, baño y sobre todo actividades de carácter sedentario. Más del 50% de los visitantes practican este tipo de actividades estáticas (Múgica, 1993).

La masiva afluencia de visitantes de carácter recreativo a estas áreas naturales, puede ocasionar trastornos ecológicos. Las perturbaciones se ponen de manifiesto sobre todo en los caminos y áreas de recreo adyacentes (Lance *et al.*, 1985). Aquí el grado de impacto es función de algunas variables como el tipo de vegetación, características del suelo y microclima, frecuencia de uso, extensión del área usada, duración y estación de la visita (Stohlgren y Parson, 1986) y comportamiento de los usuarios (Kuss, 1986).

El grado y la importancia de los impactos ha sido objeto de numerosos estudios, así como de distintos sistemas de catalogación y clasificación de los mismos para diferentes áreas de recreo (Cole, 1989). Algunos de estos trabajos, han consistido de forma general, en constatar el tipo de impactos producidos en áreas de acampada (Cole, 1982b). De manera particular se han estudiado los daños en árboles y en sus raíces expuestas al exterior (Marion y Merrian, 1985), pérdida de cubierta vegetal (Marion, 1984), empobrecimiento de la diversidad de especies (Fichtler, 1980; Andersen, 1995) y aumento en la compactación de suelo (Cole, 1982b). Así mismo, se han estudiado cambios físico-químicos en suelos sometidos a usos recreativos, aunque los resultados obtenidos se han caracterizado por su excesiva variabilidad. Se han hallado cambios relativos en la concentración de algunos elementos químicos del suelo y pH en áreas de acampada en comparación con áreas control (Lockaby y Dunn, 1984; Stohlgren y Parson, 1986). De igual forma se han observado variaciones en los niveles de materia orgánica, aumentando en algunos casos y disminuyendo en otros, en relación con la estructura de estos suelos (Settergren y Cole, 1970).

La mayor parte de los daños producidos por el pisoteo en senderos y áreas de recreo, han producido cambios en la constitución física y biológica de estos ecosistemas, dando como resultado suelos desprovistos de cubierta vegetal (Mortensen, 1989). El incremento de la densidad del suelo causa disminución del tamaño de sus macroporos, influyendo en su aireación, a la vez que aumenta su resistencia a la penetración, disminuyendo su humedad (Jones, 1978), capacidad de drenaje (Kuss, 1986), produciendo encharcamiento y condiciones de anoxia a nivel de raíz. Unicamente algunas especies pueden soportar estas condiciones. También se han observado modificaciones de algunos nichos ecológicos, reflejado en la composición, diversidad y abundancia de especies (van der Zande, 1984).

La compactación del suelo por pisoteo o paso de vehículos a motor es uno de los efectos producidos por las actividades recreativas que más se ha estudiado. Las técnicas para medir la compactación son variadas. Entre las más usadas destacan:

- Penetración: relación de fuerza necesaria para conducir una barra de una longitud conocida dentro del suelo. El aparato que se utiliza es el penetrómetro.
- Densidad: Es una medida directa de la densidad del suelo (peso/volumen).
- Permeabilidad: Medida de la rapidez con que el agua percola en el suelo.
- Conductividad: Medida de la densidad del suelo basada en su conductividad eléctrica.

La compactación del suelo se ve reflejada en un incremento de su densidad, resistencia a la penetración, conductividad y disminución de los valores de permeabilidad.

Es difícil realizar una comparación de los valores de compactación encontrados en diferentes áreas, principalmente por la diferencia en las características intrínsecas (edafológicas, climáticas, etc.) de cada lugar y por el tipo de técnica utilizada en las mediciones. Los suelos arenosos con bajos

valores de compactación en situaciones normales, pueden alcanzar índices elevados si sobre ellos se desarrolla un uso recreativo intenso.

Cuando se utiliza el penetrómetro es necesario efectuar un número de réplicas más elevado que cuando se miden densidades, ya que pequeñas diferencias en contenido en agua y otras características del suelo pueden influir en los resultados.

Diferentes estudios en áreas de acampada, caminos y áreas recreativas aportan incrementos de densidad en sus suelos en relación a áreas control. Algunas de estas situaciones fueron estudiadas por Cole y Fichtler (1983) en Eagle Cap Wilderness Campsites, con aumentos de  $0,1 \text{ g/cm}^3$ . En senderos y áreas recreativas de Rhode Island se encontraron aumentos de  $0,4 \text{ g/cm}^3$  (Brown *et al.*, 1977). Dotzenko *et al.* (1967) midieron aumentos de densidades de  $1,60 \text{ g/cm}^3$  en un área de acampada con fuerte uso recreativo en Rocky Mountain National Park.

En áreas que sufren el paso continuo de vehículos todo terreno se han medido aumentos de hasta  $2 \text{ g/cm}^3$  (Wilshire *et al.*, 1978). Weaver y Dale (1978) realizaron un experimento para comparar aumentos de densidades en el suelo de una pradera atravesada en unas 1000 ocasiones por excursionistas, caballos y motos. Las densidades se incrementaron desde  $0,2 \text{ g/cm}^3$  con excursionistas hasta  $0,3 \text{ g/cm}^3$  con caballos y motos.

Con el penetrómetro se han medido así mismo variaciones de aumento de la resistencia a la penetración, con incrementos que oscilaban desde el 71% en áreas de acampada en Bob Marshall Wilderness, 139% en Mission Mountains y 220% en Boundary Waters Canoe Area (Cole, 1983a).

En cuanto a la pérdida de la cubierta vegetal, estos impactos son particularmente pronunciados en áreas de acampada. En estos lugares la disminución ha llegado a ser dramática, midiéndose en algunas ocasiones descensos de hasta el 85% en algunos lugares del Boundary Waters Canoe Area Wilderness (Frissell y Duncan, 1965), y medias del 87% en Eagle Cap Wilderness (Cole, 1982b). En las Dunas de Algodones en el Sur de



California, únicamente resultaron sin daños el 5% de las plantas herbáceas como consecuencia del paso de vehículos todo terreno (Luckenbach y Bury, 1983).

Así mismo, determinados eventos deportivos que arrastran grandes concentraciones de visitantes en el espacio y en el tiempo, pueden ocasionar elevados impactos en intensidad y amplitud. Tras la celebración del campeonato mundial de bicicleta de montaña en el circuito "La Chopera" en Manzanares el Real y El Boalo (municipios pertenecientes al Parque Regional), los días 22 y 23 de abril de 1995, con una concentración de visitantes de unas 40.000 personas, se detectaron fuertes impactos en el suelo y la vegetación de la zona. En algunos enclaves conflictivos, debido a sus características físicas (edafología y pendiente), se midieron pérdidas de suelo de hasta 3 m<sup>3</sup>, en una superficie de 10 m<sup>2</sup>. Según un informe inédito de la guardería forestal del Parque Regional, los daños en la vegetación afectaron a una zona de unos 12.600 m<sup>2</sup> aproximadamente, dañándose seriamente unos 3.272 pies de matorral, principalmente compuestos por encina, enebro de la miera, torvisco, cantueso, mejorana, retama negra, jara pringosa y estepa.

Las plantas de lugares pisoteados reducen su altura, longitud de tallos, superficie de hojas, producción de flores y semillas y reservas de carbohidratos (Liddle, 1975; Speight, 1973). En general se reduce el vigor del crecimiento y la reproducción. La compactación inhibe así mismo la germinación, el crecimiento y establecimiento de nuevas plantas.

Algunas especies son tolerantes al pisoteo. Esta tolerancia se manifiesta en la composición florística de áreas degradadas en comparación con otras similares que ejercen de control. Estas especies ven reducida su competencia con otras menos tolerantes ante cambios bruscos que las hacen desaparecer. Cambios microclimáticos, como incremento de luz y temperatura resultantes de fuertes pisoteos, favorecen a ciertas especies (Liddle y Moore, 1974; Dale y Weaver, 1974). Según diversos autores, algunas de las características más significativas de las plantas que muestran mayor resistencia al pisoteo, se resumen en las siguientes:

- Pequeño tamaño, estructura vegetativa flexible, flores pequeñas, distancia corta entre flores y raíces, extensa producción de semillas, período corto de maduración de semillas (Frenkel, 1970; Liddle, 1991).
- Formas de vida hemicriptófito o terófito (Holmes y Dobson, 1976).
- Posesión de hojas esclerófilas (Del Moral, 1979).
- Posesión de meristemos y hojas basales (Cole, 1979).

El conocimiento de los efectos que el tránsito de visitantes produce sobre la estructura de las comunidades de pastos tiene particular interés en áreas donde habiéndose constatado una gran riqueza de especies existe una importante presión recreativa. Montalvo *et al.*, (1993), han comprobado la elevada diversidad biológica de los pastizales oligotróficos de la rampa de la sierra de Guadarrama. Dichos pastos son el resultado de un sistema de interacción pasto-herbívoro, donde el punto de equilibrio en la explotación viene representado por los picos de máxima diversidad biológica.

En algunos puntos la existencia de estas praderas coincide con altos índices de afluencia de visitantes.

Como ya hemos introducido en el capítulo 1, un nuevo concepto en planificación de uso público en espacios naturales, se ha ido extendiendo en los últimos años entre investigadores y gestores de estas áreas. Se trata del concepto de Límite de Cambio Aceptable (L.C.A.), que permite establecer las condiciones óptimas que deben cumplir los diferentes ecosistemas de un área natural para el desarrollo armonioso de los procesos ecológicos esenciales. Esto ofrece la posibilidad de realizar una ordenación del territorio y recomendar planes de actuación para preservar estas condiciones (Steven *et al.*, 1989).

---

## 2. Objetivos.

Los objetivos abordados en este capítulo son los siguientes:

- Evaluar la incidencia del pisoteo de los visitantes sobre la vegetación herbácea y el suelo, buscando relaciones que permitan constatar la existencia de cambios físicos en el suelo, cambios en la riqueza de especies y en la composición florística de las comunidades vegetales.
- Identificar las especies vegetales herbáceas indicadoras de los suelo más impactados.
- Obtener valores de compactación del suelo a partir de los cuales la pérdida de especies herbáceas es grave.
- Predecir el Límite del Cambio Aceptable (L.C.A.) para que las praderas de "La Pedriza" mantengan su valor ecológico permitiendo cierta intensidad de uso recreativo.

---

### 3. Materiales y métodos.

#### 3. 1. Area de estudio.

En "La Pedriza" y dentro del Area de Reserva Natural, el estudio se centró en un pequeño valle de 2 km de longitud, en dirección NE-SW, con altitudes entre los 1050 y los 1150 m, enclavado en una zona montañosa de singular morfología granítica. La vegetación dominante está formada por praderas en el fondo del valle, mientras que la ladera orientada al NW está colonizada por matorrales mediterráneos de *Cistus ladanifer*, *Lavandula pedunculata* y *Daphne gnidium*, y en la orientada al SE se asienta un pinar de repoblación compuesto por *Pinus pinaster* y *P. nigra*. Se escogieron cuatro praderas ubicadas en este valle. Estas áreas presentan un elevado uso recreativo, con una estructura y características físicas semejantes: pequeño tamaño, alrededor de 5.000 m<sup>2</sup>, superficie llana y desprovista de vegetación arbórea y arbustiva. Dichas áreas desempeñan un importante papel en los patrones de uso del entorno por los visitantes, siendo habituales lugares de afluencia y tránsito. En la Figura 4.2, se muestra como ejemplo un croquis detallado de una de estas praderas.



considerándola en buen estado de conservación. La zona interior es la más pisoteada (sector central), existiendo entre ambas una zona intermedia (sector intermedio), lo que nos proporciona una gradación de intensidad de uso (Figura 4.2).

En cada uno de los tres sectores exteriores que rodean al núcleo sin vegetación, se realizó un muestreo de cobertura de plantas herbáceas y análisis de suelo. La cobertura de las 65 especies (ver ANEXO III) de herbáceas halladas en las cuatro praderas se midió mediante un cuadrado de 20 x 20 cm, utilizado en numerosos trabajos sobre diversidad florística y tipificación de pastizales en el ámbito del Parque Regional (Pineda *et al.*, 1981a; Montalvo *et al.*, 1993).

Se tomaron 10 muestras aleatorias en cada uno de los tres sectores de las cuatro praderas. El resultado es una matriz de 120 observaciones (4 praderas x 3 sectores x 10 muestras). Además, en cada una de estos tres sectores de cada pradera se procedió a cuantificar la compactación del suelo, para ello se tomaron muestras en forma de tornos de 3 cm<sup>3</sup>, a unos 5 cm bajo la superficie del suelo. Así mismo, se cuantificó el contenido en materia orgánica, recogiendo muestras de suelo hasta una profundidad de unos 15 cm. Los análisis fueron realizados por el servicio de edafología del CSIC de Madrid (Centro de Estudios Medioambientales). Se analizaron las siguientes variables:

-Materia orgánica: Se determinó por el método de oxidación por permanganato en frío. El resultado se expresa en porcentaje.

-Densidad aparente: Determinada mediante el método de la parafina. Se expresa en g/cm<sup>3</sup>.

### 3. 3. Tratamiento estadístico.

En primer lugar se procedió a la exploración de los datos mediante técnicas de análisis multivariante, utilizadas con resultados satisfactorios en numerosos estudios de tipificación de comunidades vegetales (García Novo, 1968; Pineda *et al.*, 1979; Ruiz, 1980; Peco, 1982; Ramírez, 1994; 1996). En concreto se utilizaron análisis de ordenación y clasificación.

Con objeto de conocer la posición relativa de cada una de las 120 observaciones de coberturas de plantas herbáceas, en función de las sectorización de uso utilizada por los visitantes (sector central, intermedio y periférico), y para facilitar el reconocimiento de las principales tendencias de agrupación de las observaciones, se utilizó un análisis de ordenación MDS (Multidimensional Scaling) de tipo métrico sobre una matriz de asociación de Bray-Curtis (Torgerson, 1952; Kruskal y Wish, 1978; Whittaker, 1978; Kruskal y Carmore, 1979; Faith *et al.*, 1987).

Con la finalidad de reconocer la formación de grupos de observaciones con grandes afinidades entre sí, y a la vez, identificar las especies vegetales que contribuyen en mayor proporción a la formación de dichos grupos, se sometió una matriz que contiene los valores de cobertura de 65 especies vegetales por 120 observaciones o parcelas, a un análisis de clasificación multivariante.

Se ha aplicado un método de clasificación aglomerativo mediante el algoritmo "homogeneity" (Belbin, 1992) sobre una matriz de asociación calculada con el índice de Bray-Curtis (Bray y Curtis, 1957). Este método resultó más eficaz que otros ensayados como el "vecino más próximo", "vecino más lejano", "centroide" o "UPGMA". Se utilizó el paquete estadístico del programa PATN (Pattern Analysis Package), que ofrece una buena flexibilidad y potencia para tratamiento de grandes matrices (Belbin, 1984; 1992). El resultado consiste en un dendrograma o árbol de clasificación donde las parcelas se van incorporando a las ramas según su parecido entre sí.

El valor indicador de las especies que contribuían a la formación de los grupos en el análisis de clasificación, se estimó mediante la aplicación de un test de Chi-Cuadrado e índices de constancia y fidelidad. La constancia se define como la proporción de objetos (parcelas dentro de los grupos formados a partir del análisis de clasificación) que presentan un determinado atributo (cada una de las especies muestreadas en cada parcela), en tanto que la fidelidad es la habilidad de un atributo (especie muestreada) para precedir cada uno de los grupos formados a partir de la clasificación (Belbin, 1992).

La relación existente entre la abundancia de determinadas especies vegetales de las praderas estudiadas, la riqueza y diversidad de especies y la compactación del suelo, ha sido explicada mediante análisis de regresión simple y regresión polinómica.

Los valores de diversidad de especies se han calculado mediante el índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949),  $H' = - \sum p_i \log_2 p_i$  donde  $p_i$  es la frecuencia relativa de la especie  $i$  en cada parcela de muestreo considerada.



## 4. Resultados.

### 4. 1. Características de las praderas.

En todas las praderas estudiadas la riqueza de especies aumenta según nos desplazamos desde el sector central hacia el sector periférico (Tabla 4.1). El número de especies presentes en el sector periférico, es siempre 3 o más veces superior al encontrado en el sector central. La diversidad de especies (índice de Shannon), también aumenta en todos los casos. Paralelamente se detecta una disminución de la compactación ( $\text{g/cm}^3$ ) y aumento de materia orgánica.

**Tabla 4.1.** Valores de diversidad (índice de Shannon), riqueza, riqueza media por parcela, materia orgánica (%) y compactación ( $\text{g/cm}^3$ ) para los tres sectores de las distintas praderas.

	Pra. 1			Pra. 2			Pra. 3			Pra. 4		
	Centr.	Inter.	Perif.	Centr.	Inter.	Perif.	Centr.	Inter.	Perif.	Centr.	Inter.	Perif.
Diversidad	2,62	3,19	4,69	3,17	4,27	4,81	2,78	4,04	4,57	2,77	3,89	4,58
Riqueza	8	19	32	12	24	38	9	22	32	10	17	30
Riqueza por parcela	3,9	7,3	12,7	4,9	9,6	12,9	4,6	8	12,1	3,6	8,9	11,7
M. orgánica	2,12	3,85	4,53	2,33	4,09	13,8	1,89	3,45	7,17	7,03	9,80	5,81
Compactación	1,64	1,30	1,11	1,75	1,43	1	1,76	1,35	0,83	1,66	0,97	0,98

#### 4. 2. Asociación de especies.

La proyección de las 120 observaciones correspondientes a la cobertura de las 65 especies de plantas herbáceas sobre dos dimensiones (MDS), nos ofrece una clara separación espacial de los tres sectores de muestreo considerados en cada una de las cuatro praderas, señalando que la composición florística de áreas sometidas a distinta intensidad de presión recreativa presentan comunidades diferentes (Figura 4.3).

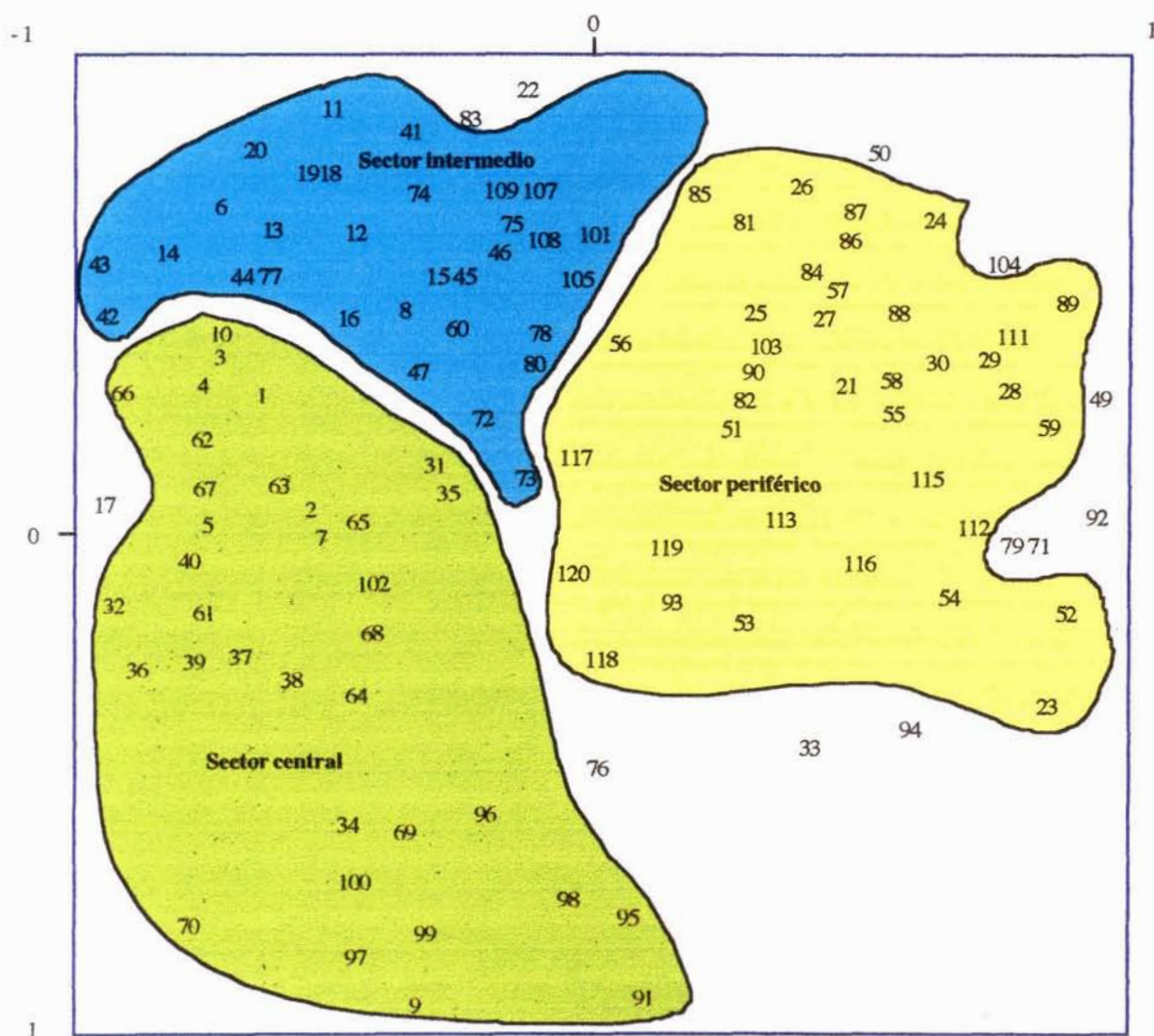
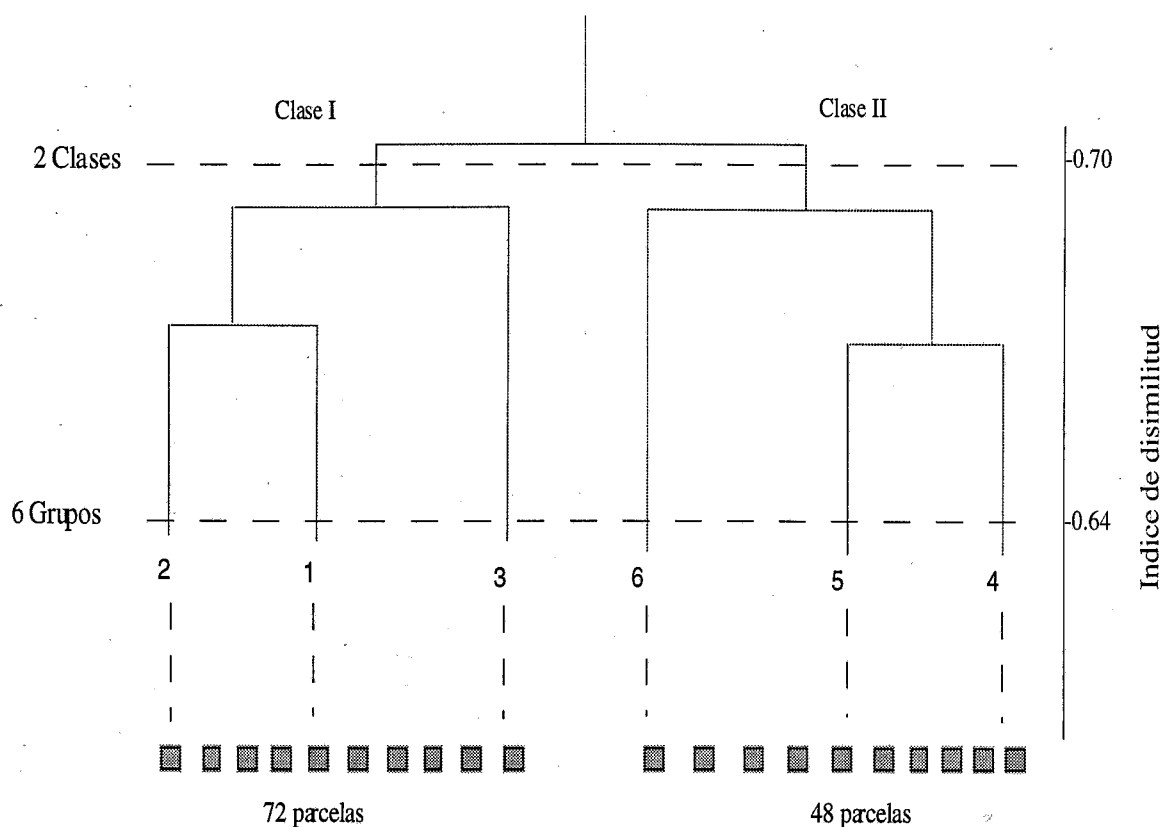


Figura 4.3. Análisis de ordenación con la proyección de las 120 observaciones correspondientes a la cobertura de las 65 especies de herbáceas sobre dos dimensiones (MDS). Las áreas sombreadas agrupan parcelas correspondientes a un mismo sector central, intermedio o periférico.

El análisis de ordenación facilita el reconocimiento de las principales tendencias de agrupación de las observaciones, en tanto que la clasificación facilita su adjudicación a grupos concretos, en este sentido, nos permite formar grupos de parcelas con grandes afinidades, y a la vez, identificar las especies vegetales que contribuyen en mayor proporción a la formación de dichos grupos.

El dendrograma resultante de la clasificación de las parcelas nos muestra en un primer nivel divisivo la existencia de dos grandes ramas (Figura 4.4). Una de ellas que llamaremos **clase I** contiene 72 parcelas, la otra, **clase II**, incluye las 48 restantes.



**Figura 4.4.** Dendrograma resultante del análisis de clasificación de las 120 parcelas.

Como se observa en la Tabla 4.2 hay una relación entre la pertenencia a una de las dos clases y la localización en un determinado sector de muestreo. El 97,5% de las parcelas del sector central pertenecen a la clase I, mientras que el 87,5% de las parcelas del sector periférico se han incluido en la clase II. Aunque en la clase II el número de parcelas es menor, el número de especies encontrado es mucho mayor.

**Tabla 4.2.** Riqueza de especies en cada una de las clases obtenidas en el primer nivel del análisis de clasificación. Número de parcelas pertenecientes a cada uno de los sectores, incluidas en esas mismas clases.

	CLASE I	CLASE II
<i>Riqueza de especies. Número total</i>	46	61
<i>Número de parcelas en el sector central</i>	39	1
<i>Número de parcelas en el sector intermedio</i>	28	12
<i>Número de parcelas en el sector periférico</i>	5	35
<i>Número total de parcelas</i>	72	48

Dentro del dendrograma podemos descender a un mayor grado de detalle, buscando una mejor representación de la variabilidad ambiental de la zona, así se obtienen 6 grupos en este segundo nivel de corte (Figura 4.3).

Observamos que la inclusión de una parcela en un grupo depende principalmente de su posición central, intermedia o periférica, y en algunos casos de la pertenencia específica a una pradera (Tabla 4.3).

**Tabla 4.3.** Tabla de contingencia de los seis grupos obtenidos en el segundo nivel divisivo del análisis de clasificación, frente a los tres sectores de las cuatro praderas establecidos en el diseño muestral. Se incluye riqueza media de especies por parcela en cada grupo. Grados de libertad: 55;  $X^2$ : 389,237 ;  $p= 0,0001$ .

		GRUPOS						
		1	2	3	4	5	6	
<i>Sector</i>	<i>Pradera</i>							<b>Total</b>
<i>Central</i>	1	5	5	0	0	0	0	10
	2	9	0	0	1	0	0	10
	3	7	3	0	0	0	0	10
	4	2	0	8	0	0	0	10
<i>Intermedia</i>	1	0	10	0	0	0	0	10
	2	0	8	0	2	0	0	10
	3	2	7	0	1	0	0	10
	4	0	1	0	0	9	0	10
<i>Periférica</i>	1	0	1	0	7	2	0	10
	2	0	2	0	5	2	1	10
	3	0	1	0	1	8	0	10
	4	0	0	0	0	0	10	10
<i>Total parcelas</i>		25	38	8	17	21	11	120
<i>Riqueza media especies parcela</i>		4,8	7,6	3,37	11,52	11,09	12,36	

La riqueza media de especies por parcela, pone de manifiesto la existencia de diferencias importantes entre los seis grupos resultantes del segundo nivel divisivo considerado en la clasificación. Los grupos 1 y 3 (con parcelas casi exclusivamente del sector central) presentan las riquezas más bajas, 4,8 y 3,37 bits respectivamente. En el grupo 2, donde dominan las parcelas del sector intermedio, la riqueza media se eleva hasta 7,68 bits. Los tres grupos restantes (4, 5 y 6) con dominancia de parcelas del sector periférico, muestran riquezas medias por encima de 10 bits. Este mayor nivel de detalle que considera 6 grupos en la clasificación, se traduce en la aparición de grupos específicos para los sectores central y periférico de la pradera 4, y en el establecimiento de

matices dentro de los grupos formados por parcelas de los sectores centrales (más impactadas) por un lado, y los grupos formados por parcelas de los sectores periféricos (menos impactadas) por otro. Las parcelas de los sectores intermedios aparecen en ambos grupos.

El primer nivel divisivo de la clasificación parece ser el más apropiado para reconocer diferencias en las asociaciones de especies herbáceas relacionadas con la posición central o periférica en la pradera. La categoría de parcelas establecidas en el diseño muestral en el sector intermedio, no aparece nítidamente identificada en la clasificación, encontrándose ubicada en un grupo u otro según la pradera a que pertenece. Este mayor grado de detalle en la clasificación parece corresponder a diferencias específicas entre las praderas.

#### **4. 3. *Especies indicadoras.***

La importancia de encontrar especies asociadas con distintas intensidades de pisoteo, se justifica por sus posibilidades como instrumento para detectar alteraciones en las praderas, antes de que la denudación del suelo produzca situaciones difícilmente reversibles.

Como criterio para calcular el valor indicador de una determinada especie, nos hemos basado en su presencia en los distintos sectores pertenecientes a la clase I (impactados) o a la clase II (no impactados) del análisis del cluster.

Como ya hemos explicado anteriormente, el poder de indicación se ha estimado mediante dos índices que relacionan indicador y objeto indicado, siendo el objeto indicado la clase I para plantas de lugares impactados y la clase II para plantas de zonas poco alteradas. El valor indicador de las distintas especies se ha estimado mediante un índice de chi-Cuadrado y los índices

específicos de constancia y fidelidad. Del total de las 65 especies de plantas presentes en el muestreo, el modelo únicamente ha incluido aquéllas que aparecían con frecuencias relativamente altas.

La constancia se define como la frecuencia proporcional de parcelas incluidas dentro de cada una de las dos clases obtenidas en el primer nivel divisivo en el dendrograma, en las cuales está presente una especie determinada. Viene dada en %. Únicamente se han considerado los valores de constancias más elevados.

La fidelidad se define como la capacidad de una especie para definir una determinada clase y se calcula como el máximo valor de constancia de una especie dentro de una clase menos los valores de constancia de esa especie para la otra clase. Viene dada en %. De igual forma, únicamente se han considerado los valores de fidelidad más altos.

Una especie fiel a la clase formada por sectores pisoteados o por el contrario, fiel a la clase formada por sectores bien conservados, debe al mismo tiempo ofrecer una relativa constancia en sus apariciones para poder ser utilizada como indicadora. Las especies de plantas con mayor constancia y fidelidad a las dos clases de impacto establecidas (clases I y II) aparecen representadas en la Tabla 4.4. Se discuten a continuación los valores de constancia y fidelidad de las especies más significativas



**Tabla 4.4.** Valores de  $X^2$  para las dos clases de impacto, y las distintas especies de plantas herbáceas consideradas en el modelo. Valores de constancia (%) y fidelidad (%) a las dos clases de impacto para estas especies. El modelo aplicado sólo considera las especies con elevadas frecuencias de aparición.

	$X^2$ Clases I y II	Constan. Clase I	Fidelidad Clase I	Constan. Clase II	Fidelidad Clase II
<i>Galium verum</i>	15,807 p=0,0001	-	-	20%	20%
<i>Poa bulbosa</i>	0,007 p=0,9338	83,07%	-	83%	0,5%
<i>Plantago coronopus</i>	41,717 p=0,0001	67,58%	59,42%	8,16%	-
<i>Trifolium glomeratum</i>	1,027 p=0,3108	43,65%	-	53,04%	9,39%
<i>Polígono aviculare</i>	2,470 p=0,1160	15,49%	9,37%	6,12%	-
<i>Rumex angiocarpus</i>	1,484 p=0,2232	52,09%	11,29%	40,80%	-
<i>Festuca costei</i>	8,479 p=0,0036	16,90%	-	40,80%	23,90%
<i>Ornithopus compressus</i>	46,214 p=0,0001	15,49%	-	77,55%	62,06%
<i>Bromus hordeaceus</i>	14,906 p=0,0001	2,82%	-	26,52%	23,70%
<i>Chamaemelum mixtum</i>	45,717 p=0,0001	12,67%	-	73,44%	60,77%
<i>Agrostis castellana</i>	5,803 p=0,0160	23,94%	-	44,88%	20,94%
<i>Plantago lanceolata</i>	25,861 p=0,0001	32,38%	-	79,56%	47,18%
<i>Hypochaeris glabra</i>	19,145 p=0,0001	14,08%	-	51%	36,92%
<i>Spergularia rubra</i>	49,459 p=0,0001	52,09%	48,01%	4,08%	-

*Plantago coronopus*, tiene un valor alto de constancia (67,58%) para la clase I de alto impacto, y un valor bajo para la clase II. Su valor de fidelidad a los sectores impactados es de un 59,42%. Presenta valores significativos en su distribución para las clases consideradas, es una especie excelente, como indicadora de áreas impactadas.



*Ornithopus compressus*, presenta un valor alto de constancia para la clase II de bajo impacto (77,55%), así mismo su valor de fidelidad es elevado para esta clase (62,06%), esto indica que es una especie que la define muy bien. Se la puede considerar como una especie indicadora de áreas poco impactadas.

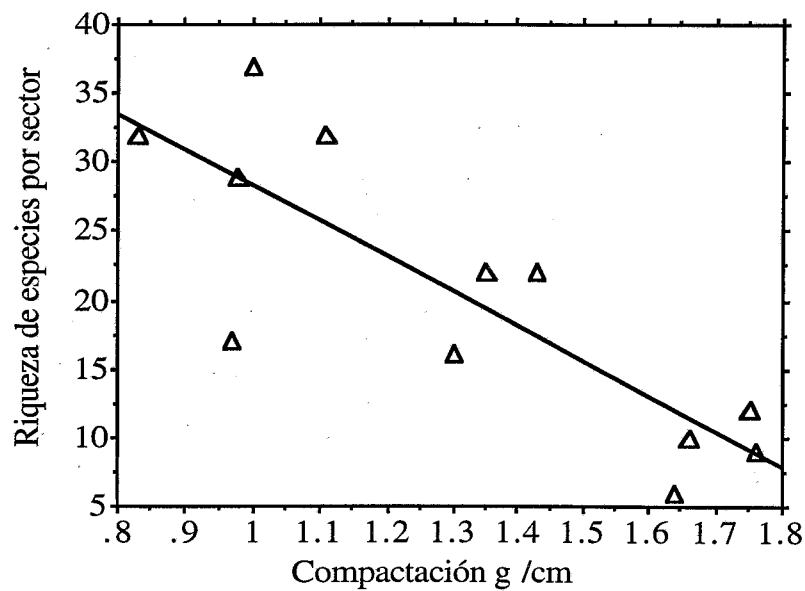
*Chamaemelum mixtum*, su valor de constancia para la clase II de bajo impacto es alto (73,44%), siendo su valor de fidelidad también elevado (60,77%). Se la puede considerar una especie indicadora de áreas poco impactadas, define bastante bien a la clase II de bajo impacto.

*Spergularia rubra*, tiene un valor alto de constancia (52,09%) para la clase I de alto impacto, su valor de fidelidad es también elevado para definir esta clase (48,01%), podemos considerarla como una especie indicadora de áreas impactadas.

*Plantago lanceolata*, presenta un valor de constancia del 79,56% para la clase II. Su valor de fidelidad para esta clase es del 47,18%. Se la puede considerar una especie que define bien las áreas poco impactadas.

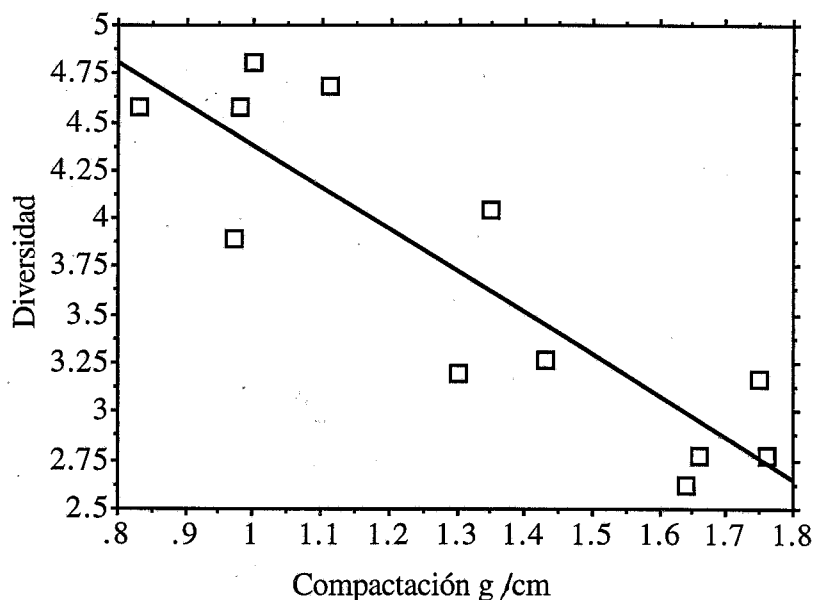
#### **4. 4. Compactación y presencia de especies.**

Se dispone de una estimación de compactación para cada uno de los sectores de las distintas praderas muestreadas. Con estos datos se ha realizado una aproximación a la relación entre la riqueza de especies de cada sector y la compactación del suelo, mediante análisis de regresión polinómica. En la Figura 4.5, puede observarse cómo la compactación del suelo explica con gran eficacia la pérdida de especies ( $r^2 = 0,69$ ).



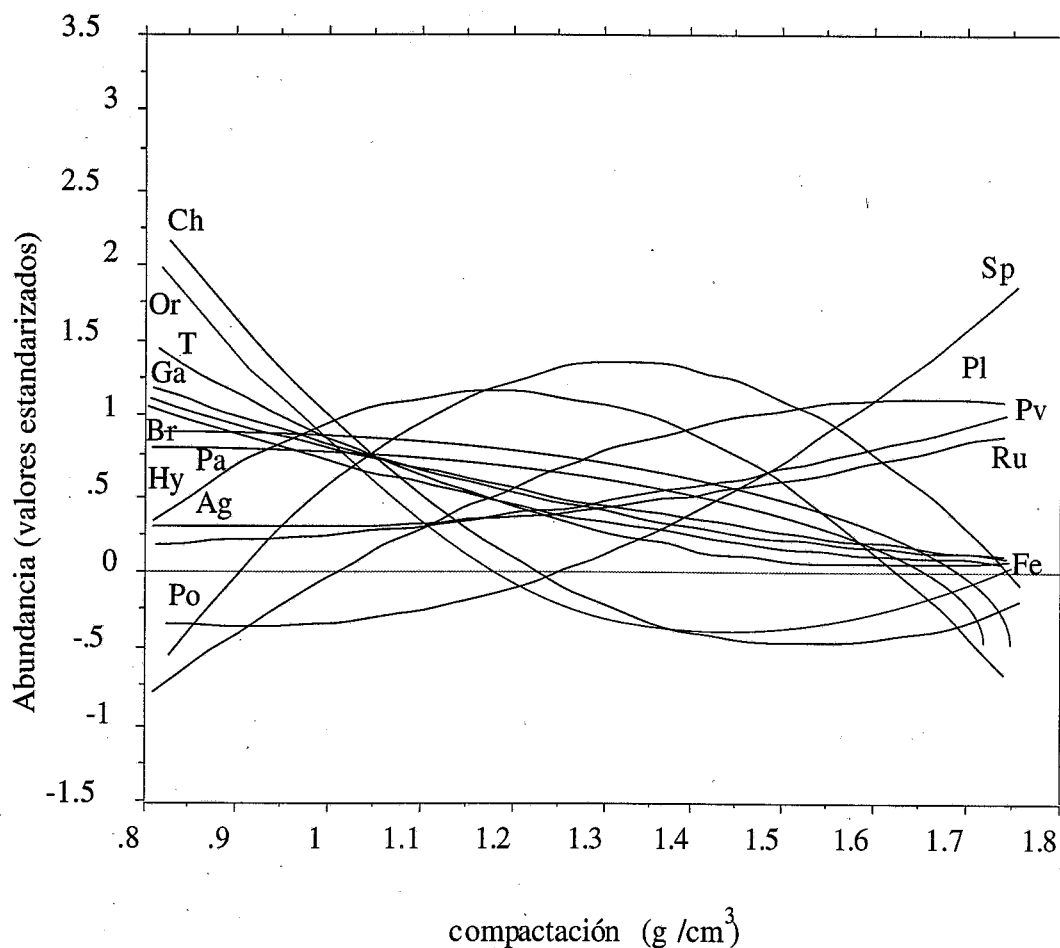
**Figura 4.5.** Curva de regresión donde se relaciona la riqueza de especies con la compactación del suelo ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) ( $r^2 = 0,69$ ;  $p = 0,0008$ ).

De igual forma, la compactación explica la pérdida de diversidad biológica. (Figura 4.6).



**Figura 4.6.** Curva de regresión donde se relaciona la diversidad de especies (bits) con la compactación del suelo ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) ( $r^2 = 0,774$ ;  $p = 0,0002$ ).

En la Figura 4.7 se han superpuesto las curvas de regresión polinómica de distintas especies consideradas en el modelo, en relación a su abundancia con la compactación. Se han estandarizado los valores de abundancia, mientras que la compactación viene dada en  $\text{g/cm}^3$ .



Ag= *Agrostis castellana*; Br= *Bromus hordeaceus*; Ch= *Chamaemelum mixtum*; Fe= *Festuca costei*; Ga= *Galium verum*; Hy= *Hypochaeris glabra*; Or= *Ornithopus compressus*; Pa= *Plantago lanceolata*; Pl= *Plantago coronopus*; Po= *Poa bulbosa*; Pv= *Polygonum aviculare*; Ru= *Rumex angiocarpus*; Sp= *Spergularia rubra*; T= *Trifolium glomeratum*.

**Figura 4.7.** Curvas de regresión polinómica entre la abundancia (valores estandarizados) de las distintas especies consideradas en el modelo y la compactación ( $\text{g/cm}^3$ ).

Se observa que un grupo de especies dentro del rango de compactación resultante, aumentan su abundancia al tiempo que lo hace la densidad del

suelo (*Spergularia rubra*, *Plantago coronopus*, *Polygonum aviculare*, *Rumex angiocarpus*). Otras disminuyen su abundancia con mayor o menor intensidad al aumentar la compactación (*Chamaemelum mixtum*, *Ornithopus compressus*, *Plantago lanceolata*, *Hypochoeris glabra*, *Trifolium glomeratum*, *Galium verum*, *Bromus hordeaceus*, *Festuca costei*). Un grupo pequeño de especies alcanza su óptimo en niveles intermedios de compactación, para luego disminuir bruscamente (*Poa bulbosa*, *Agrostis castellana*).

Estos resultados estarían en concordancia con los valores de constancia y fidelidad obtenidos para estas especies (Tabla 4.4). *Spergularia rubra* y *Plantago coronopus*, con valores altos de constancia y fidelidad para la Clase I, representada por las parcelas más pisoteadas, alcanza mayores valores de abundancia cuando la compactación del suelo es alta. *Chamaemelum mixtum*, *Ornithopus compressus* y *Plantago lanceolata*, con valores altos de constancia y fidelidad para la Clase II, representada por las parcelas menos pisoteadas, obtiene abundancias muy bajas a medida que aumenta la compactación del suelo. *Poa bulbosa* y *Agrostis castellana*, aunque con valores medios de constancia y fidelidad para la clase II, no quedan claramente definidas como especies representativas de esta clase, justificándose aquí este resultado mediante sus curvas de regresión, observando como crece su abundancia con la compactación, hasta llegar a un punto determinado en torno a 1,1 y 1,3 g/cm<sup>3</sup> respectivamente, punto crítico a partir del cual se produce un descenso en sus abundancias. Conviene señalar que estas dos especies son características de sistemas pastoreados, y están adaptadas a cierto grado de pisoteo por el ganado.

---

## 5. *Discusión y conclusiones.*

Cuatro praderas de una zona de Reserva Natural del Parque Régional de la Cuenca Alta del río Manzanares contienen un total de 65 especies de plantas herbáceas. El tránsito y estancia de visitantes en praderas destinadas al uso recreativo produce alteraciones en el suelo y flora vascular, incluso antes de que este deterioro se haga patente por pérdida de cubierta vegetal. La diversidad biológica (índice de Shannon), desciende desde valores medios de 4,533 en el sector periférico, a 2,836 en el sector central que rodea a las zonas sin vegetación. En todas las praderas el número de especies presentes en el sector periférico es siempre 3 o más veces superior al encontrado en el sector central.

Mediante la aplicación de un análisis de clasificación se han encontrado al menos dos niveles divisivos con significación ecológica. El primer nivel considerado separa las parcelas en dos clases, conteniendo la primera mayoría de parcelas de los sectores centrales y la segunda mayoría de sectores periféricos. Las asociaciones de plantas que definen estas clases pueden considerarse significativamente relacionadas con grados de intensidad de pisoteo en el conjunto de praderas estudiadas. El segundo nivel considerado

(6 grupos) introduce la variabilidad originada por las diferencias entre praderas.

Al menos dos especies pueden ser consideradas indicadoras (a nivel de presencia) de lugares impactados (*Spergularia rubra* y *Plantago coronopus*). Entre las especies indicadoras de praderas en buen estado encontramos *Ornithopus compressus*, *Chamaemelum mixtum* y *Plantago lanceolata*.

Las especies encontradas en las parcelas de los sectores centrales de mayor impacto y uso recreativo, se identifican en gran medida con las características de plantas más resistentes al pisoteo, como ha sido demostrado en otros estudios de impacto sobre vegetación herbácea (Frenkel, 1970; Holmes y Dobson, 1976; Cole, 1979; Del Moral, 1979; Liddle, 1991). En nuestro caso, *Spergularia rubra* tiene los tallos tumbados, hojas diminutas, prefiere los suelos arenosos y compactados, se la encuentra principalmente en los bordes de caminos. Por su parte *Plantago coronopus*, presenta hojas solitarias y basales, pequeño tamaño y habita en bordes de caminos arenosos y secos.

Estas especies, calificadas como oportunistas, tienen fácil acomodación a distintos ambientes y a condiciones extremas del medio, encontrando de forma fácil el camino libre para colonizar hábitats modificados por distintos tipos de cambios físico-químicos operados sobre sus componentes. Ahora, estos hábitats se muestran desfavorables para especies más exigentes que demandan más nutrientes, aireación y humedad en el sustrato. Con el tiempo las especies oportunistas pueden llegar a desplazar a la flora natural por competición, incrementando su frecuencia de crecimiento y biomasa, y emergiendo como dominantes de la comunidad (Dale y Weaver, 1974; Liddle y Moore, 1974).

La dependencia de la cobertura de cada especie respecto a la compactación queda establecida mediante una regresión polinómica. Observando la curva de abundancia de cada especie, es posible obtener los valores de compactación a partir de los cuales la pérdida de especies es grave, esto nos permite inferir el Límite de Cambio Aceptable (L.C.A.) para que la pradera mantenga su valor ecológico permitiendo cierta intensidad de uso.

Las especies *Plantago coronopus* y *Spergularia rubra* tienden a aparecer en suelos de más de  $1,3 \text{ g/cm}^3$ , éste es el punto de inflexión para *Poa bulbosa*, planta que se ve favorecida por una compactación moderada, descendiendo bruscamente a partir de este valor. *Ornithopus compressus*, *Chamaemelum mixtum* y otras plantas sensibles, descienden bruscamente por encima de  $1,1 \text{ g/cm}^3$ , desapareciendo definitivamente a partir de  $1,2 \text{ g/cm}^3$ . Aparentemente entre  $1,1$  y  $1,3 \text{ g/cm}^3$  debería fijarse el límite de compactación de estos suelos, pudiéndose considerar en este caso como el Límite de Cambio Aceptable. Bratton *et al.* (1966), señala valores de compactación de suelo superiores a  $1,3 \text{ g/cm}^3$  como provocadores de efectos perjudiciales para el crecimiento de plantas herbáceas.

Aparentemente es posible establecer umbrales por encima de los cuales la pérdida de especies es notable. La identificación de varias especies indicadoras de la presión de visitantes sobre praderas, permitirá en el futuro desarrollar un sistema de control destinado a vigilar los efectos del uso recreativo. El establecimiento de niveles de restricción o clausura en el acceso a determinadas zonas permitiría el mantenimiento de comunidades maduras.

## Capítulo 5

---

*Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares. Recuperación ambiental de una pradera con fuertes impactos del recreo en el “Valle de la Barranca” (Navacerrada).*



---

## 1. Introducción.

Dentro de los objetivos generales del Plan de Uso Público del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares destaca (Comunidad de Madrid, 1995b):

*“Determinar las restricciones al uso público que se estimen necesarias para proteger, por un lado, los recursos naturales y culturales del Parque y por otro, los derechos y actividades tradicionales de los habitantes locales”.*

Sin embargo, el seguimiento y control de áreas naturales sometidas a intensos usos recreativos, es uno de los aspectos más preocupantes a que se enfrentan los gestores de espacios naturales. El aumento de la presencia de visitantes junto con el abandono de las actividades tradicionales, son dos de los factores que condicionan los cambios en estos lugares. Los gestores se ven con frecuencia obligados a actuar sin datos, introduciendo restricciones o medidas correctoras cuyas consecuencias son inciertas.

A finales de 1992 la Dirección del Parque Regional, clausuró al tránsito de vehículos un tramo de aproximadamente 1 km de longitud en la pista de acceso al valle de "La Barranca". La zona recibe un buen número de visitantes a lo largo del año, principalmente durante fines de semana y época estival con medias de 104 visitas por día (Gómez-Limón *et al.*, 1994). En este tramo clausurado quedaba ubicada una pradera utilizada como área de estacionamiento de vehículos, tránsito y esparcimiento de visitantes. En la pradera se apreciaba fuerte degradación de la cubierta vegetal y notables pérdidas de suelo como resultado de su uso intensivo, si bien, se observaba internamente diferentes niveles de degradación. La pradera ofrecía una oportunidad excepcional de comprobar la recuperación natural de zonas degradadas por actividades recreativas, evaluando los posibles cambios antes de intervenir en otras áreas de singulares características ecológicas.

Algunos estudios realizados en áreas naturales sometidas a similares condiciones de presión, han demostrado la pérdida de cobertura de vegetación e incrementos en la compactación de suelo (Dotzenko *et al.*, 1967; Easterbrook, 1968; Settergren y Cole, 1970; Hartley, 1976; Young y Gilmore, 1976; Cole, 1977; Bratton *et al.*, 1978; Dawson *et al.*, 1978; Monti y Mackintosh, 1979; Fichtler, 1980; Cole, 1982b; 1983a). En los suelos de áreas de acampada en Illinois con fuerte uso recreativo, Young y Gilmore (1976) encontraron incrementos de Ca, K, P, N y pH en relación con áreas control.

En lugares con gran tradición recreativa se han ensayado distintas estrategias y metodologías encaminadas hacia el control y la recuperación de estas zonas. En su rehabilitación se ha puesto en práctica un amplio espectro de medidas desde el riego, fertilización, geotextiles e hidrosembrado. Herrington y Beardsley (1970) comprobaron que la aplicación de agua, fertilizantes y semillas regeneraba el 70% de la cubierta de áreas de acampada en Idaho. En algunas ocasiones se ha reemplazado la vegetación natural con especies exóticas más resistentes al pisoteo (LaPage, 1967; Hammitt y Cole, 1987). En estos casos se ha mantenido la apertura de la zona, actuando durante los meses siguientes a las mayores afluencias (épocas vacacionales). Ripley (1962)

confeccionó una lista de coníferas y especies arbóreas de madera dura, que ofrecían buena resistencia frente a usos recreativos intensos. Algunas de estas técnicas son incompatibles con los objetivos de conservación.

En determinados casos, con elevados índices de deterioro y afluencia de visitantes, no existe otra opción que la clausura temporal de la zona recreativa, actuando mediante las técnicas apuntadas con anterioridad o esperando la recuperación natural de las características primigenias. Legg *et al.* (1980) y Stohlgren y Parsons (1986) demostraron la viabilidad en la recuperación de áreas de acampada clausuradas durante cierto tiempo.

Si se han alcanzando elevados niveles de compactación del suelo la recuperación del área pueden resultar muy lenta. En áreas de acampada alrededor de los lagos del Kins Canyon National Park, Parson y DeBenedetti (1979) encontraron que la compactación del suelo había retornado a los niveles de preutilización 15 años después de ser clausuradas. Sin embargo, las cantidades de materia orgánica eran aún bajas y la cobertura de la vegetación no se había recuperado en su totalidad. En un robledal de Minnesota cerrado al uso recreativo se mantuvieron rangos elevados de compactación a lo largo de una década (Thorud y Frissell, 1976). Ranz (1979) observó en áreas de acampada de Selway-Bitterroot que después de cinco años de clausura, la cobertura de herbáceas se incrementó significativamente.

Un factor importante que incide en las dificultades de recuperación de un área de uso recreativo, son las condiciones ambientales de la zona. Si las condiciones de crecimiento de la vegetación son duras, el período de recuperación puede ser largo. La efectividad del tiempo de clausura fue evaluada en Big Creek Lake en Montana. Aquí fueron cerradas siete de las 15 áreas de acampada para controlar su recuperación. Ocho años después, la cobertura de la vegetación en estas áreas era sólo de un tercio en comparación con otras áreas control (Cole y Ranz, 1983).

Los rangos de recuperación de estas áreas mantienen fuertes variaciones en respuesta a factores externos de diversa índole, desde las características físicas de la zona (régimen de pluviosidad, temperatura, edafología, altitud,

orientación), hasta caracteres intrínsecos de la vegetación (duración del período vegetativo, fenología, etc.).

Aunque se han desarrollado estudios en profundidad sobre los cambios ocurridos en algunas áreas naturales utilizadas para usos recreativos (zonas de acampada, senderos, áreas de recreo), en pocos casos se han aplicado métodos comparativos donde se utilizaran parámetros como la diversidad de especies. La diversidad puede entenderse como una expresión que relaciona el número de especies y la abundancia relativa de las mismas (Margalef, 1974), por lo que su análisis puede ser útil en la descripción de estructuras ecológicas, aunque es difícil encontrar una explicación única de sus patrones de variación en el espacio y el tiempo, ya que su valor puede estar relacionado con la acción de múltiples factores (Montalvo *et al.*, 1993). La utilización de índices de diversidad posibilita el análisis de los patrones de variación de la estructura de las comunidades bajo diferentes condiciones (latitud, altitud, sucesión, grado de alteración), por lo que estos índices se encuentran entre los más utilizados en la valoración de éstas (Usher, 1986).

Actualmente, la diversidad ha tomado enorme importancia y trascendencia como indicadora de las actividades humanas, aplicándose sus valoraciones a estudios de evaluación de impacto ambiental y ordenación territorial (Smith y Thelerge, 1986; Margules y Usher, 1991).

En este sentido, un aspecto interesante para nuestra investigación son los estudios de variación de la diversidad florística en los pastizales mediterráneos. Como se ha constatado en numerosos estudios, la diversidad de especies de herbáceas en este tipo de pastizales mediterráneos es elevada (Pineda *et al.*, 1981b; Bernáldez, 1991; Peco *et al.*, 1991; Montalvo, 1992; Montalvo *et al.*, 1993; Ramírez, 1996). Entre una gran variedad de trabajos consultados, destacan: los relacionados con la variabilidad ambiental de origen geomorfológico (Ruiz, 1980; Levassor *et al.*, 1981; De Pablo *et al.*, 1982), la influencia del arbolado (Bernáldez *et al.*, 1969; Marañón, 1986), la producción (McNaughton, 1968, Puerto *et al.*, 1990), el grado de explotación de los herbívoros (Naveh y Whittaker, 1979; Hobbs y Mooney, 1985) y la reserva de semillas en el suelo (Levassor *et al.*, 1990). Otras

variaciones estudiadas con respecto a la diversidad son la sucesional (Pineda *et al.*, 1981b; Peco, 1982; Peco *et al.*, 1983), meteorológica (Peco, 1982; 1989; Peco *et al.*, 1983; Casado, 1987; Casado *et al.*, 1988), mesoclimática altitudinal (Montalvo, 1992) y la heterogeneidad espacial (Ramírez, 1994).

---

## 2. Objetivos.

Los objetivos marcados para este capítulo son los siguientes:

- Evaluar la regeneración de una pradera impactada por actividades recreativas, mediante el seguimiento de la vegetación herbácea y de algunas características físico-químicas del suelo.
- Constatar los efectos sobre el medio natural de determinadas acciones de gestión de visitantes, como son las limitaciones de acceso.
- Analizar los cambios operados en el suelo y en la vegetación (sucesión ecológica) tras el abandono de actividades en una pradera sometida a fuerte uso recreativo.
- Buscar un método objetivo y simplificado, exportable a otras situaciones similares, para evaluar los efectos de medidas de gestión tendentes a evitar los impactos de los visitantes en las praderas naturales del pedimento de la sierra de Guadarrama.

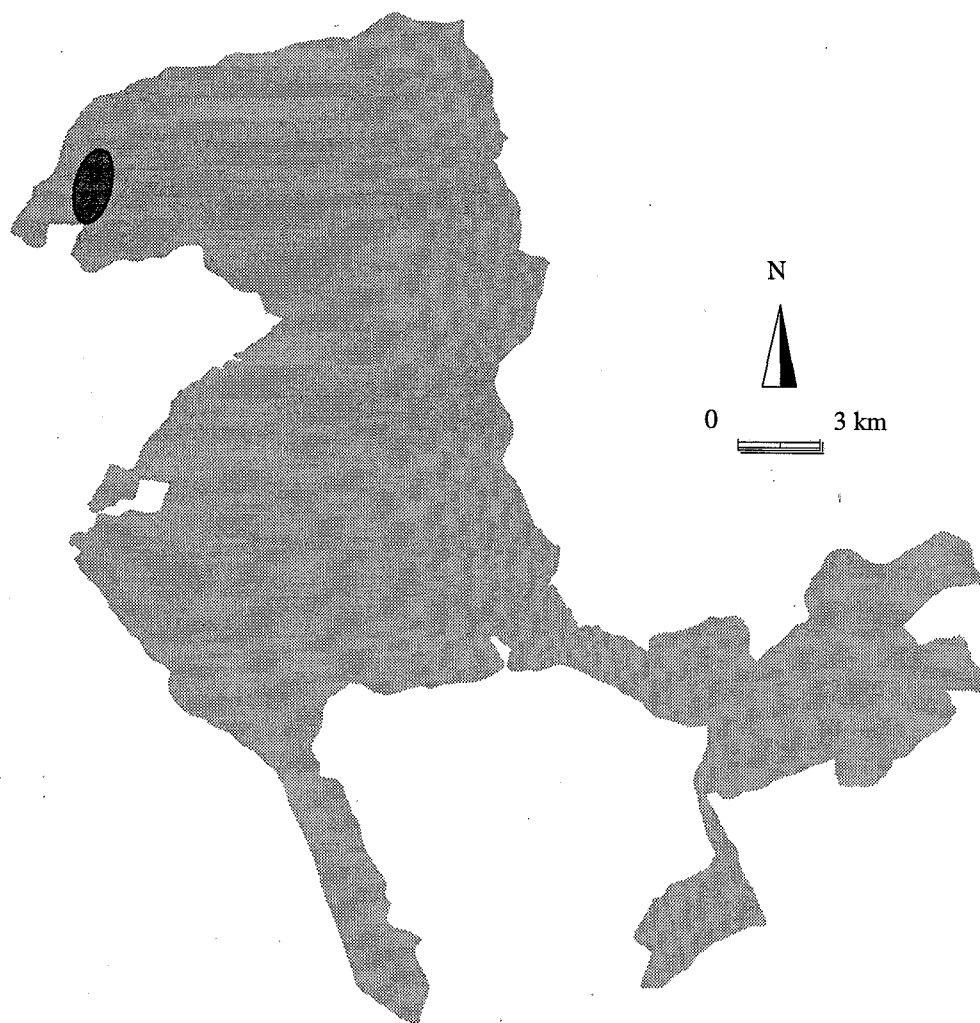
---

### ***3. Materiales y métodos.***

#### ***3. 1. Area de estudio.***

El valle de "La Barranca" está situado en el extremo NW del Parque Regional (Figura 5.1). Presenta una forma abierta de Norte a Sur, surcado por el arroyo de la Maliciosa que desemboca en el embalse de Navacerrada. Al igual que "La Pedriza" está calificado como Reserva Natural en la zonificación del Parque. Su altitud varía entre los 1200 y los 2260 m.

La explotación maderera, actividad especialmente importante en las zonas más altas, se compatibiliza con el recreo. Las zonas bajas y los claros del pinar, están ocupadas por pastizales aprovechados por el ganado vacuno, ovino y caballar (Fernández, 1993).



**Figura 5.1.** Ubicación de “La Barranca” en el territorio del Parque Regional.

El sustrato geológico está compuesto por materiales de relativa uniformidad geoquímica, principalmente gneises y granitos (ICONA, 1975). Siguiendo a Kubiëna (1953) los suelos del área pertenecen a dos grandes tipos: tierras pardas y suelos ranker, siendo más abundantes los segundos, con perfiles poco desarrollados. En la Tabla 5.1 puede observarse una esquematización de la secuencia altitudinal de estos suelos.

Este tipo de pastizales mediterráneos se caracterizan por poseer una alta fracción arenosa en su composición granulométrica, pertenecen a la clase textural franco arenosa. Su densidad aparente tiende a disminuir con la altitud. Por el contrario, aumenta en este mismo sentido su capacidad de



retención hídrica y la proporción de carbono orgánico (materia orgánica), mientras que el pH tiende a disminuir. Cantidades absolutas de algunos cationes como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Na}^+$  no muestran una relación definida con la altitud (Montalvo, 1992).

**Tabla 5.1.** Catena altitudinal de los suelos climácicos de la sierra de Guadarrama y sus relaciones con la vegetación (Izco, 1984).

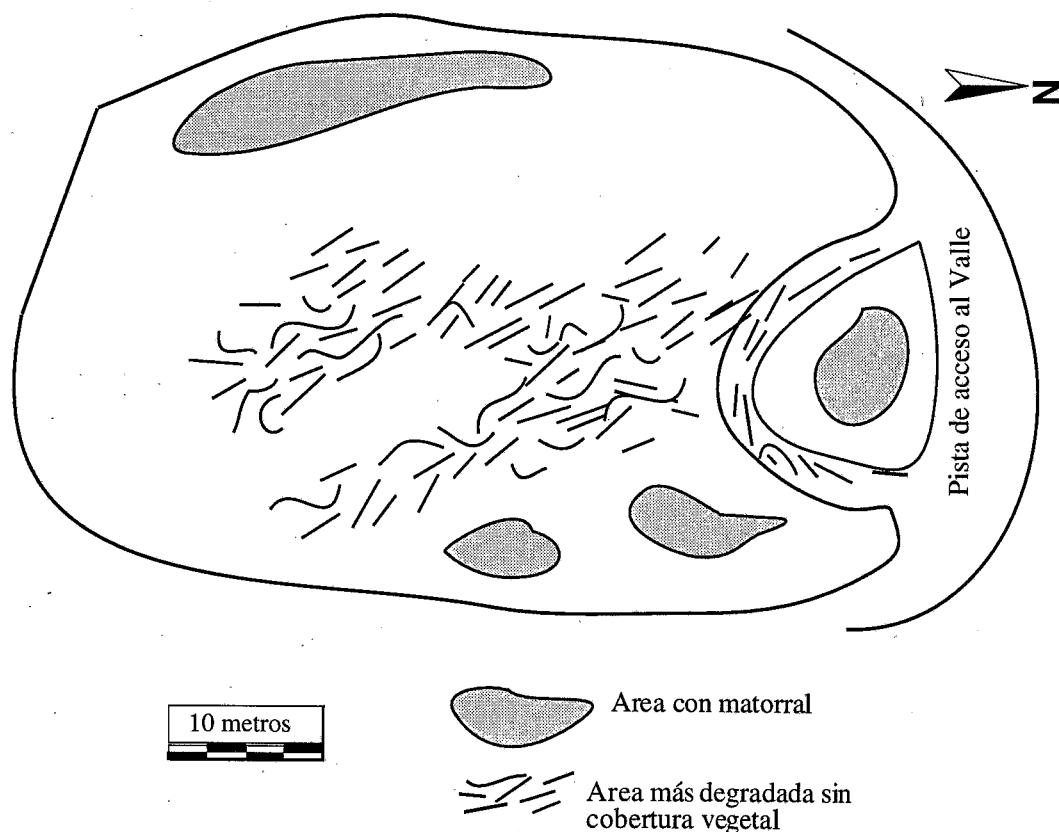
Céspedes de alta montaña	Ranker mulliforme 2100 m aprox.
Pinares y piornales	Ranker pardo 1700 m aprox.
Abedulares, melojares y hayedos	Tierras pardas subhúmedas y centroeuropeas 1200 m aprox.
Encinares carpetanos	Tierras pardas meridionales 700 m aprox.

La vegetación comprende un gradiente altitudinal, desde los jarales de *Cistus laurifolius* con *Lavandula pedunculata*, *Thymus zygis*, *Juniperus oxycedrus* y *Cytisus scoparius* en cotas de 1300 a 1500 m, hasta céspedes de *Festuca indigesta* entre matorrales almohadillados de *Juniperus communis ssp. nana* y *Cytisus oromediterraneus* en cotas superiores a 1950 m (Díaz Pineda, 1975). La vegetación dominante del valle está compuesta por pinares de repoblación de *Pinus sylvestris*.

Desde el punto de vista macroclimático, la zona tiene un clima de carácter mediterráneo continental. Según la clasificación de Thornthwaite (Folhn, 1968) se encuadra dentro de un tipo "mediterráneo templado húmedo" y según Emberger (Emberger, 1955) dentro de un clima "mediterráneo húmedo con una variante invernal muy fría en las zonas altas y subhúmedo fresco en las más bajas" (Allué, 1966). Las precipitaciones medias anuales se sitúan por encima de los 1000 mm, y la temperatura media anual oscila entre los 6 y 8 °C.

Desde el punto de vista bioclimático, el valle se encuadra en el piso oromediterráneo inferior húmedo (Rivas-Martínez *et al.*, 1990).

Dentro del valle de la Barranca, el estudio se centró en una pradera situada a 1450 m de altura. Su extensión aproximada es de unos 6.500 m<sup>2</sup> (Figura 5.2). En su interior, además de las especies de herbáceas propias de estas formaciones, se asienta una orla de matorral compuesta por *Rosa sp.*, *Rubus sp.* y *Cistus laurifolius*. Exteriormente la pradera se halla rodeada por una formación boscosa de *P. sylvestris*.



**Figura 5.2.** Detalle esquemático de la pradera objeto de estudio.

Las condiciones de cierre de la pradera fueron las siguientes:

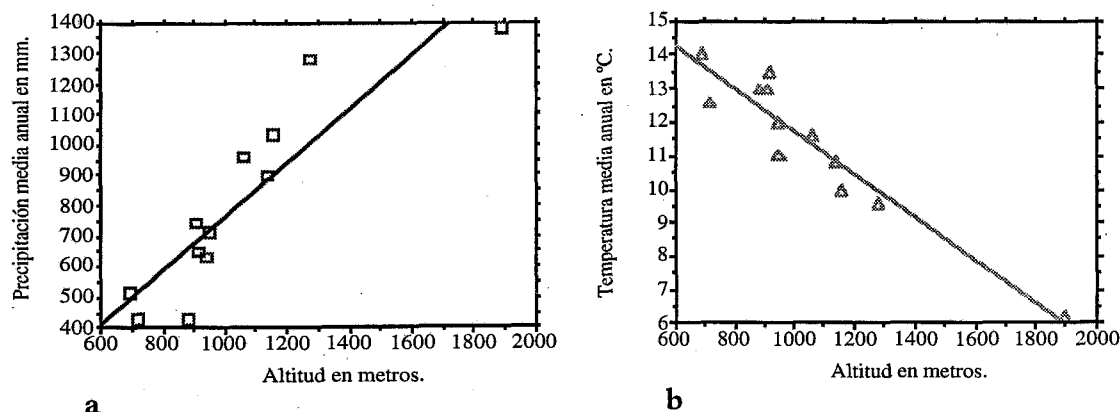
- Imposibilidad de acceso a vehículos.
- Carteles pidiendo a los visitantes que no accedieran a la pradera.
- No existen obstáculos para el tránsito del ganado.

### ***3. 2. Condiciones meteorológicas durante el período de estudio.***

Son numerosos los factores que pueden incidir en la sucesión ecológica de una pradera tras una perturbación, como es el caso del uso recreativo. Entre estos factores habría que resaltar el suelo y el clima, así como las medidas de gestión tomadas por los responsables de la conservación de la zona y el comportamiento de los usuarios. En el caso de la zona aquí estudiada, la mayor parte de estas variables estaban controladas o no eran susceptibles de cambio durante el tiempo de clausura de la pradera. Las medidas de gestión consistieron en la prohibición del acceso a vehículos y la información a los visitantes por medio de carteles para no transitar por la pradera. El ganado tenía libre acceso y se dispersaba uniformemente por toda la pradera. Las características del suelo variarían sólo en relación al proceso de sucesión ecológica. Sin embargo, sí era previsible una cierta variabilidad de las condiciones meteorológicas locales que influirían en el ritmo de la sucesión. Con objeto de documentar este último factor, se compararon las condiciones meteorológicas locales durante los tres años de clausura, con las series climáticas de estaciones meteorológicas cercanas.

El clima ha sido considerado en algunas investigaciones como un factor de acción predominante sobre la organización ecológica de los pastizales (Montalvo, 1992).

La altitud representa en este área el factor más determinante de la diferenciación climática dentro de una escala regional. El incremento de la altitud lleva asociadas dos características, el descenso de la temperatura y el aumento de precipitaciones. En la Figura 5.3 aparecen algunas tendencias de variación mesoclimáticas. Los datos provienen de 12 estaciones meteorológicas ubicadas en el área de influencia del Parque Regional, con una serie climática siempre superior a los quince años.



**Figura 5.3.** Tendencias de variación altitudinal de algunas características meşoclimáticas: a) Precipitación ( $r^2 = 0,803$ ;  $p < 0,001$ ) y b) Temperatura ( $r^2 = 0,901$ ;  $p < 0,001$ ).

En las proximidades de la zona se cuenta con tres estaciones que pueden aportar datos de temperatura y precipitaciones: Puerto de Navacerrada, Embalse de Navalmedio y Embalse de Navacerrada. La pradera estudiada está ubicada aproximadamente en un punto equidistante en distancia y altitud con las estaciones antes referidas. En la Tabla 5.2 se comparan algunos parámetros climáticos de estas tres estaciones con los datos meteorológicos durante el período de estudio.

**Tabla 5.2.** Comparación entre los valores medios de la serie climática de algunas estaciones meteorológicas próximas a la zona de estudio (período 1972-95), con los valores meteorológicos de la temperatura media anual y el valor medio de la precipitación total anual durante el período de estudio (1993-95).

Nombre estación meteorológica y altitud en m.	T media anual en °C	T media anual en °C, período de estudio	Valor medio de la precipitación total anual (mm)	Valor medio de la precipitación total (mm) período de estudio
Puerto Navacerrada 1860	6,2	6,8	1377	970
Embalse Navalmedio 1280	9,6	10,3	1280	818
Embalse Navacerrada 1140	10,8	10,9	895	650

Se observa que durante el período de estudio la temperatura media anual y precipitación media total anual, se apartan de los valores de la media climática. La temperatura media anual de las tres estaciones es más elevada y se registra un descenso generalizado de la media de precipitación total anual en

comparación con la media climática. En consecuencia el período de estudio puede considerarse “seco”, con un ligero incremento térmico.

### **3. 3. Plan de muestreo.**

Con objeto de realizar un seguimiento de los posibles cambios en la cubierta vegetal y en las condiciones físico-químicas del suelo desde el momento de la clausura de la pradera, se ubicaron al azar 40 parcelas experimentales (25 x 25 cm) permanentes. El período de toma de datos se ha desarrollado a lo largo de tres años.

Con la finalidad de evaluar el posible comportamiento diferencial de los distintos estados de degradación dentro de la pradera, se establecieron tres tipos de situaciones preoperacionales. La ubicación de las 40 parcelas se determinó aleatoriamente en toda la pradera, con la única condición de que todas las situaciones preoperacionales deberían estar igualmente representadas. La distribución de la muestra es la siguiente:

1- Lugares con degradación fuerte (impacto fuerte a partir de ahora).

Aleatoriamente se seleccionaron catorce parcelas cuya superficie tenía más del 70% desprovista de vegetación.

2- Lugares con degradación moderada (impacto moderado a partir de ahora).

De igual modo se seleccionaron trece parcelas cuya superficie tenía entre el 30% y el 70% desprovista de vegetación.

3- Lugares con degradación leve (impacto leve a partir de ahora). De la

misma forma se seleccionaron trece parcelas cuya superficie tenía menos del 30% desprovista de vegetación.

Las variables muestreadas fueron las siguientes:

#### Vegetación

-Cobertura de vegetación herbácea. Se midió descontando la superficie con suelo totalmente descubierto. El muestreo se realizó sobre las 40 parcelas permanentes de 25 x 25 cm, con una periodicidad de cuatro muestreos por año (febrero, abril, julio y octubre).

-Cobertura de especies vegetales herbáceas. Aleatoriamente se muestrearon 15 parcelas de 10 x 10 cm, sobre cada una de las condiciones preoperacionales (Impacto leve, moderado y fuerte). A efectos prácticos, se puso la condición de que estas parcelas deberían encontrarse en el interior de las 40 parcelas permanentes de 25 x 25 cm, aunque su ubicación aquí dentro fue aleatoria. La cadencia de muestreo fue de 1 vez por año.

### Suelo

Cada seis meses se recogieron cuatro muestras de suelo por cada condición preoperacional (impacto leve, moderado y fuerte) recogiendo el suelo hasta una profundidad de unos 15 cm. Para los análisis de densidad aparente se tomaron tornos de unos 3 cm<sup>3</sup> a una profundidad de 5 cm bajo la superficie del suelo. Los análisis fueron realizados por el servicio de edafología del CSIC de Madrid (Centro de Estudios Medioambientales). Se analizaron las siguientes variables:

-Materia orgánica: Se determinó por el método de oxidación por permanganato en frío. El resultado se expresa en porcentaje sobre el peso del suelo.

-Densidad aparente: Determinada mediante el método de la parafina. Se expresa en g/cm<sup>3</sup>.

-pH: Se midió mediante potenciometría en "pasta saturada" (Hernando y Sanchez-Conde, 1954). El método consiste en medir el potencial eléctrico que se crea en la membrana de vidrio de un electrodo. Este potencial es función de la actividad de los iones hidrógeno a ambos lados de la membrana.

-Elementos principales (P, K): Fósforo y potasio fueron extraídos por acetato amónico y evaluados mediante fotometría en llama (Pratt, 1965). Los valores se expresan en mg/kg de suelo, y los asimilables en miliequivalentes/100 g.

-Elementos secundarios (Ca, Mg): En el caso del Ca se ha determinado el contenido utilizando la técnica de fotometría de llama tras su ataque con acetato amónico (Ca extraíble) o digestión ácida (Ca total). Este método se basa en la excitación del calcio de soluciones pulverizadas sobre una llama y la medición de la radiación emitida utilizando litio como patrón interno. El calcio total se expresa en mg/Kg de suelo y el de cambio en miliequivalentes/100 g. En el caso del magnesio se utilizó el ataque con acetato amónico (Mg extraíble) o digestión ácida (Mg total) realizándose su determinación por espectrofotometría de absorción atómica. Los resultados se expresan en mg/kg de suelo para el magnesio total y en miliequivalente/100 g para el extraíble.

-Oligoelementos esenciales (Fe, Mn, Zn): Estos metales fueron atacados con nítrico perclórico para la obtención del valor total, y con ácido acético, EDTA y acetato amónico para el caso de los valores extraíbles. La determinación se realizó por espectrofotometría de absorción atómica. Los valores totales se expresan en mg/kg de suelo, y los extraíbles en mg/100 g.

-Oligoelementos no esenciales (Na, Al): Para determinar el contenido en sodio se ha utilizado la técnica de fotometría de llama, previo ataque con acetato amónico (Na extraíble) o digestión ácida (Na total). El sodio total se expresa en mg/kg de suelo y el de cambio en miliequivalentes/100 g. Para la cuantificación del aluminio total se realizó un ataque con ácido nítrico perclórico y posterior determinación mediante espectrofotometría de absorción atómica. El resultados se expresan en mg/kg de suelo. Para determinar el aluminio extraíble se realizó el ataque con acético, EDTA y acetato amónico y posterior determinación con espectrofotometría de absorción atómica. Los resultados se expresan en mg/100 g.

### 3. 4. Tratamiento estadístico.

Las medidas de cobertura de vegetación se sometieron a análisis de regresión con objeto de reconocer la capacidad explicativa del factor "tiempo de clausura". La cobertura de cada parcela constituye la variable dependiente (y) y el tiempo transcurrido desde la clausura al uso de la pradera, la variable independiente (x) de la recta de regresión. La comparación de medias para detectar diferencias significativas se ha realizado mediante el test LSD. En cada caso se especificará el descriptor o variables utilizadas.

Con objeto de describir la variabilidad ecológica de la pradera y sus cambios a lo largo del tiempo, conforme a las diferentes situaciones preoperacionales, se consideraron dos matrices de datos. La primera contiene 135 casos u observaciones correspondiente a 15 parcelas en cada una de las tres situaciones preoperacionales, muestreadas una vez por año durante los tres años, y 20 variables correspondiente a la cobertura de las 20 especies herbáceas encontradas en estas parcelas. La segunda matriz contiene 72 observaciones (ocho muestras por tres años y por tres situaciones preoperacionales) y 12 variables físico-químicas muestreadas en el suelo.

Cada una de estas matrices se sometió a un análisis de correspondencias. El objeto de este análisis, frecuentemente utilizado, es reducir la redundancia informática contenida en la matriz de datos revelando las principales dimensiones de variación de la masa de datos (Cordier, 1965; Benzecri, 1970; Austin y Noy-Meir, 1971; Lebart y Fenelon, 1971; Hill y Gauch, 1980; Pineda *et al.*, 1981a).

Así mismo se ha calculado diversidad de especies en la pradera para las distintas condiciones preoperacionales. Se han propuesto numerosos índices para medir la diversidad biológica (Fisher *et al.*, 1943; Shannon y Weaver, 1949; Simpson, 1949; McIntosh, 1967; May, 1975; Pielou, 1975; Whittaker, 1977). Las medidas de diversidad más ampliamente utilizadas son los índices de la teoría de la información. Estos índices se basan en que la diversidad o la información, en un sistema natural pueden ser medidas de un modo similar a la información contenida en un código o mensaje (Magurran, 1988).



Se han utilizado varios descriptores de la diversidad:

1-Diversidad de especies ( $H'$ ): medida sintética del número de especies y su proporción relativa. Se ha utilizando el índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949). Donde  $H'$  es la incertidumbre que se tiene sobre la especie a la que pertenece un individuo seleccionado al azar y  $p_i$  la abundancia relativa de cada especie. Unidades: bits. Area de medida:  $0,1 \text{ m}^2$ .

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

2-Riqueza de especies ( $S'$ ): número total de especies en cada parcela de muestreo. Area de medida:  $0,1 \text{ m}^2$ .

3-Equitatividad de especies ( $E'$ ): medida de la abundancia relativa de cada una de las especies presentes en cada parcela de muestreo. Calculada según el índice de Pielou (1966; 1975). Area de medida:  $0,1 \text{ m}^2$ .

$$E' = H'/H'_{\max} = H'/\log_2 S'$$

Aunque el índice de Shannon considera la uniformidad de la abundancia de especies, es posible calcular otras medidas adicionales de uniformidad. La diversidad máxima ( $H'_{\max}$ ) se daría en una situación en la que todas las especies fueran igualmente abundantes:  $H' = H'_{\max} = \log_2 S'$ . La relación entre diversidad observada y diversidad máxima puede ser tomada como una medida de uniformidad o equitatividad ( $E'$ ) (Magurran, 1988).

$$E' = H'/H'_{\max} = H'/\log_2 S' \quad H' = \text{diversidad} \quad E' = \text{equitatividad}$$
$$S' = \text{riqueza}$$

La equitatividad varía entre 0 y 1, donde 1 representa una situación en la que todas las especies son igualmente abundantes.

Con objeto de comprobar la variación de la composición florística de las parcelas en cada condición preoperacional (nivel de impacto), durante los diferentes años de muestreo, se ha realizado un análisis de distancias taxonómicas, considerando la distancia euclídea entre dos estadios de la parcela situados en un espacio de tantas dimensiones como especies.

La distancia viene expresada como:

$$D = \sqrt{\sum_{ij=1}^n (X_{ij} - Y_{ij})^2}$$

donde  $X_{ij}$  es la cobertura de la especie  $j$  en la parcela  $i$  en un determinado año e  $Y_{ij}$  es la cobertura de la especie  $j$  en la parcela  $i$  en otro año distinto, siendo  $n$  el número total de especies encontradas (Legendre y Legendre, 1979).

---

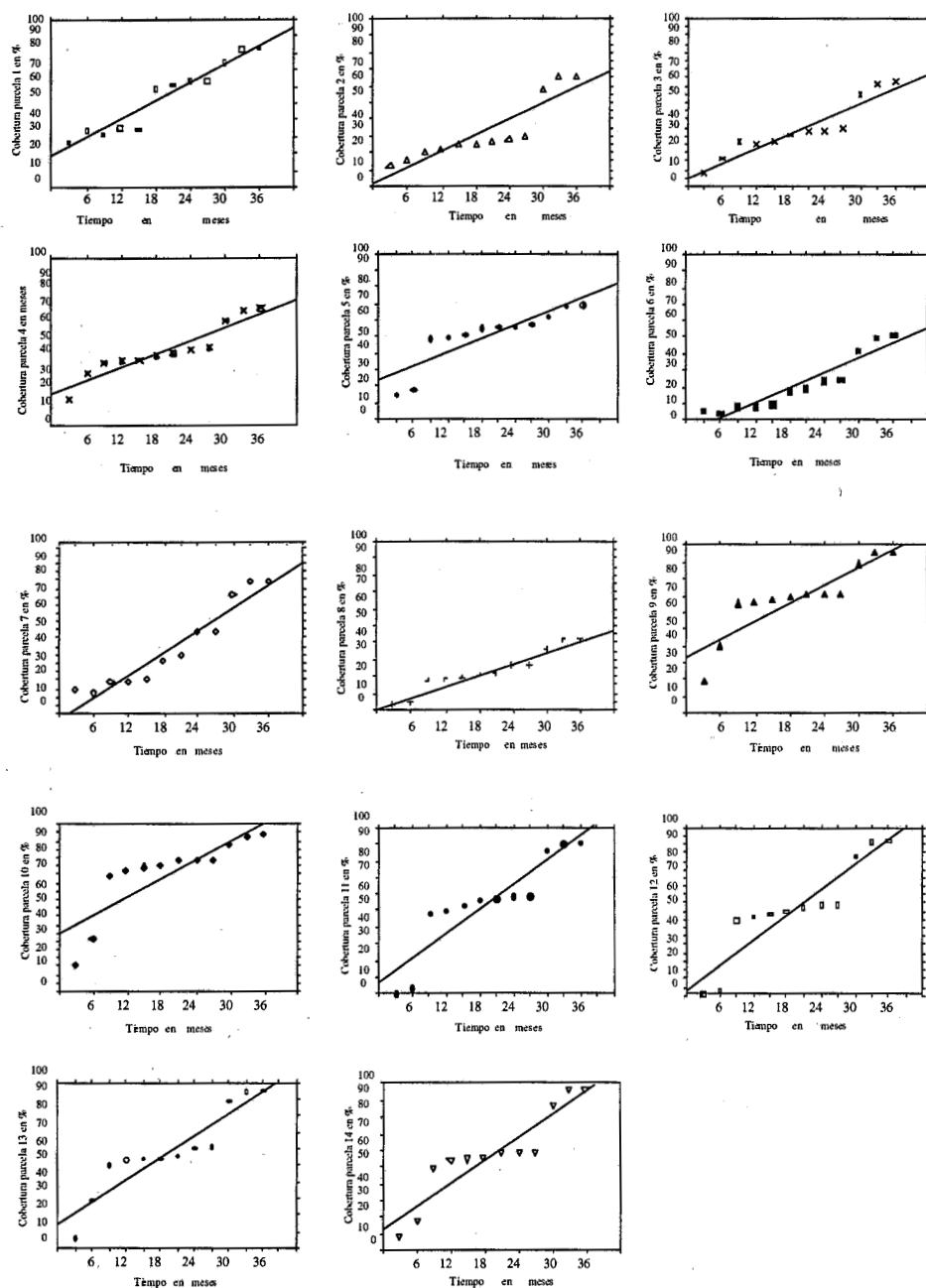
## **4. Resultados.**

### ***4. 1. Evolución de la cobertura de la vegetación tras la clausura.***

La cobertura de la vegetación se midió cuatro veces al año coincidiendo con los meses de febrero, abril, julio y octubre. En los resultados hay que diferenciar tres tipos de comportamiento coincidiendo con los diferentes niveles de impacto de las parcelas.

#### Parcelas con impacto fuerte.

Las parcelas con impacto fuerte muestran una elevada dependencia de la cobertura vegetal en relación al tiempo transcurrido desde su clausura. En los gráficos se observa también un patrón regular asociado al ciclo vegetativo de las plantas (Figura 5.4).



**Figura 5.4.** Relación entre la cobertura de la vegetación herbácea y el tiempo de clausura en las distintas parcelas de impacto fuerte.

En la Tabla 5.3 aparecen los valores de los coeficientes de regresión ( $r^2$ ) para la cobertura de la vegetación en cada una de las parcelas de impacto fuerte en relación al tiempo de clausura.

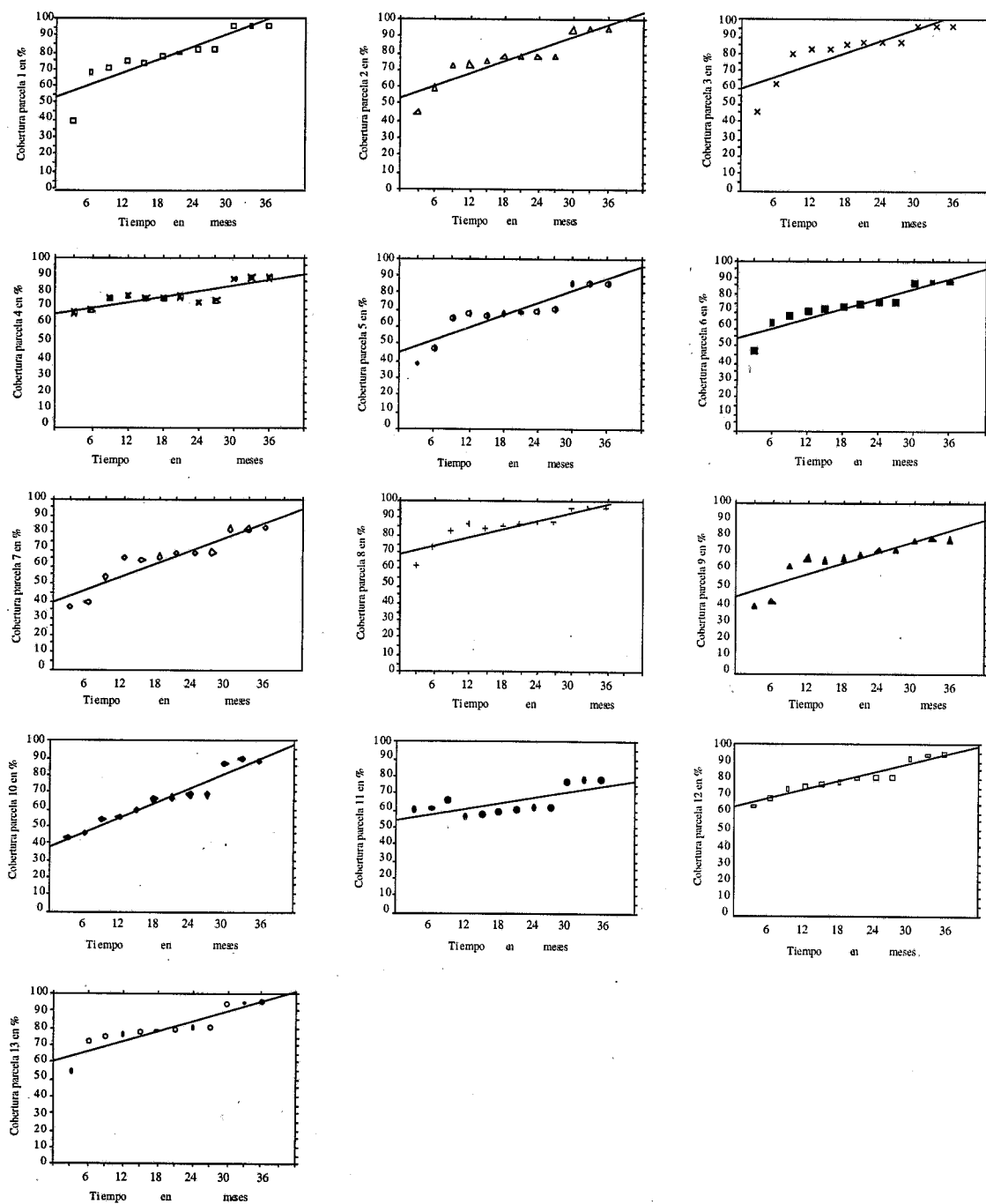
**Tabla 5.3.** Relación entre la cobertura de la vegetación en las parcelas ubicadas en las zonas con impacto fuerte y el tiempo de clausura. Se muestran los valores de la  $r^2$  de las ecuaciones de regresión simple. Todas son significativas para  $p < 0,001$ .

Número de parcela	Valor $r^2$
1	0,935 p = 0,0001
2	0,803 p = 0,0001
3	0,890 p = 0,0001
4	0,883 p = 0,0001
5	0,773 p = 0,0002
6	0,893 p = 0,0001
7	0,926 p = 0,0001
8	0,932 p = 0,0001
9	0,803 p = 0,0001
10	0,717 p = 0,0001
11	0,836 p = 0,0001
12	0,853 p = 0,0001
13	0,862 p = 0,0001
14	0,855 p = 0,0001

#### Parcelas con impactos moderados.

Las parcelas con un impacto moderado muestran así mismo una fuerte relación entre la cobertura de la vegetación y el tiempo transcurrido desde la clausura (Figura 5.5).

Los valores de la  $r^2$  son algo más bajos que en el caso anterior (Tabla 5.4).



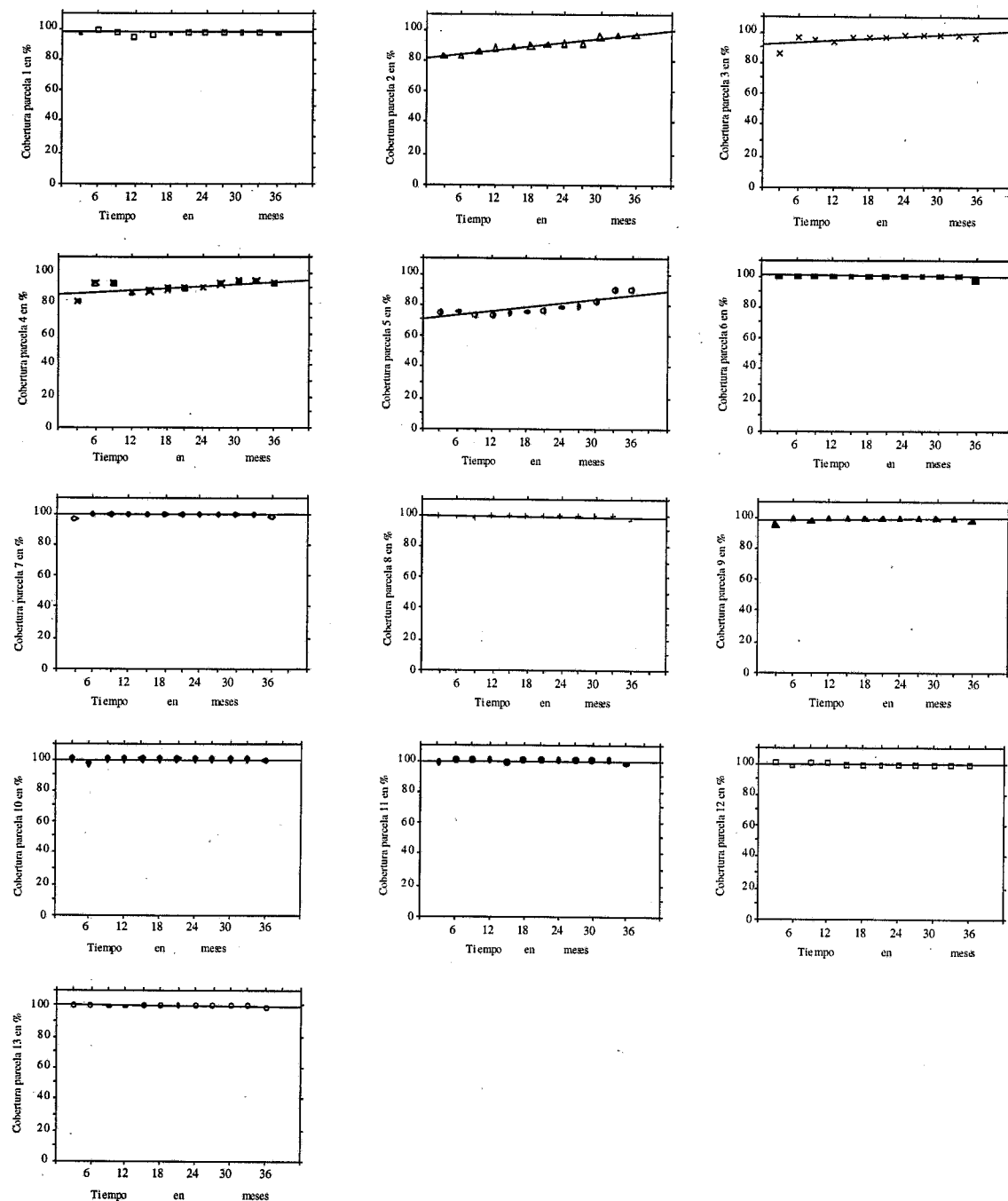
**Figura 5.5.** Relación entre la cobertura de la vegetación herbácea y el tiempo de clausura en las distintas parcelas de impacto moderado.

**Tabla 5.4.** Relación entre la cobertura de la vegetación en las parcelas ubicadas en las zonas con impacto moderado y el tiempo de clausura. Se muestran los valores de la  $r^2$  de las ecuaciones de regresión simple. Todas salvo una son significativas para  $p < 0,001$ .

Número de parcela	Valor $r^2$
1	0,803 p = 0,0001
2	0,831 p = 0,0001
3	0,746 p = 0,0003
4	0,709 p = 0,0006
5	0,823 p = 0,0001
6	0,857 p = 0,0001
7	0,871 p = 0,0001
8	0,794 p = 0,0001
9	0,790 p = 0,0001
10	0,943 p = 0,0001
11	0,525 p = 0,0077
12	0,927 p = 0,0001
13	0,821 p = 0,0001

#### Parcelas con impacto leve.

En cuanto a las parcelas con impacto leve, éstas no muestran salvo excepciones, una clara relación entre la cobertura vegetal y el tiempo transcurrido desde la clausura (Figura 5.6). La elevada cobertura inicial de estas praderas, superiores al 70%, no da lugar a un aumento significativo de su cobertura asociado al transcurso del tiempo. Únicamente en dos casos, en los cuales se partía de coberturas relativamente bajas en comparación con el resto de las parcelas de este nivel de impacto (72% y 81%, respectivamente frente a más del 90% en el resto), sí se encontró una relación significativa (Tabla 5.5).



**Figura 5.6.** Relación entre la cobertura de la vegetación herbácea y el tiempo de clausura en las distintas parcelas de impacto leve.



**Tabla 5.5.** Relación entre la cobertura de la vegetación en las parcelas ubicadas en las zonas con impacto leve y el tiempo de clausura. Se muestran los valores de la  $r^2$  de las ecuaciones de regresión simple. Sólo dos parcelas tienen una regresión significativa para  $p < 0,001$ .

Número de parcela	Valor $r^2$
1	0,002 p = 0,8995
2	0,946 p = 0,0001
3	0,462 p = 0,0151
4	0,397 p = 0,0281
5	0,741 p = 0,0003
6	0,272 p = 0,0820
7	0,026 p = 0,6197
8	0,020 p = 0,6647
9	0,183 p = 0,1658
10	0,047 p = 0,4967
11	0,010 p = 0,3157
12	0,039 p = 0,5367
13	0,149 p = 0,2149

Como se puede observar en la Tabla 5.6 existen diferencias significativas entre la cobertura media de las parcelas situadas en los niveles de impacto fuerte, moderado y leve durante 1993. De igual forma cuando se comparan estos valores de cobertura media en los mismos niveles durante 1995 siguen existiendo diferencias significativas.

**Tabla 5.6.** Comparación entre los valores de cobertura media en cada uno de los niveles de impacto en el momento de iniciar el experimento (1993) y de su finalización (1995). Mediante distintas letras o grupos de letras se indican las diferencias significativas detectadas en dos test LSD uno por año ( $p < 0,05$ ).

1993			1995		
Fuerte	Moderado	Leve	Fuerte	Moderado	Leve
13,23	49,53	93,2	78,6	89,35	97,85
a	b	c	a	b	c

#### 4. 2. Tendencias de variación de las especies herbáceas tras la clausura.

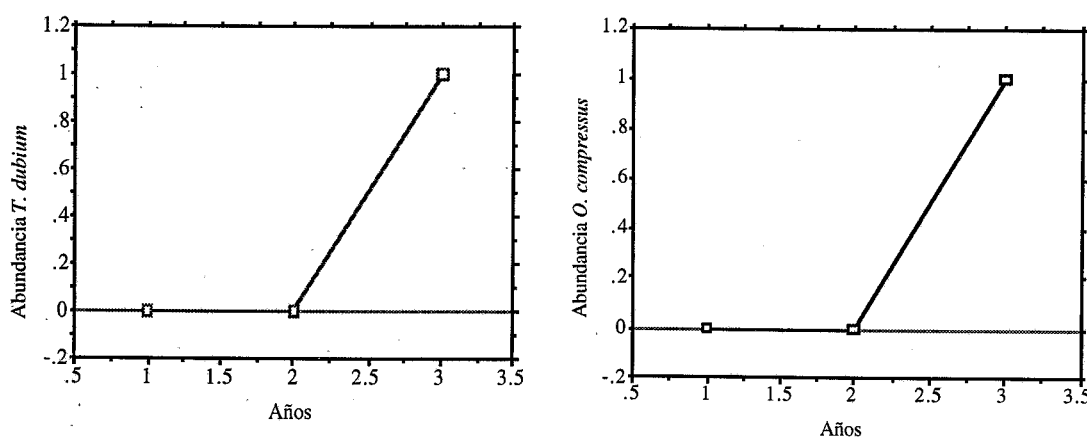
Se han estudiado los cambios en las abundancias de algunas especies características durante los tres años de clausura y en los distintos niveles de impacto. Se ha ensayado una tipología en el comportamiento de las especies en relación a su abundancia. La comparación entre los valores medios de las

abundancias de las especies características de los distintos tipos, dentro de cada nivel de impacto y año de muestreo, se ha testado mediante un test LSD (Tablas 5.7 y 5.8).

#### Parcelas con impacto fuerte.

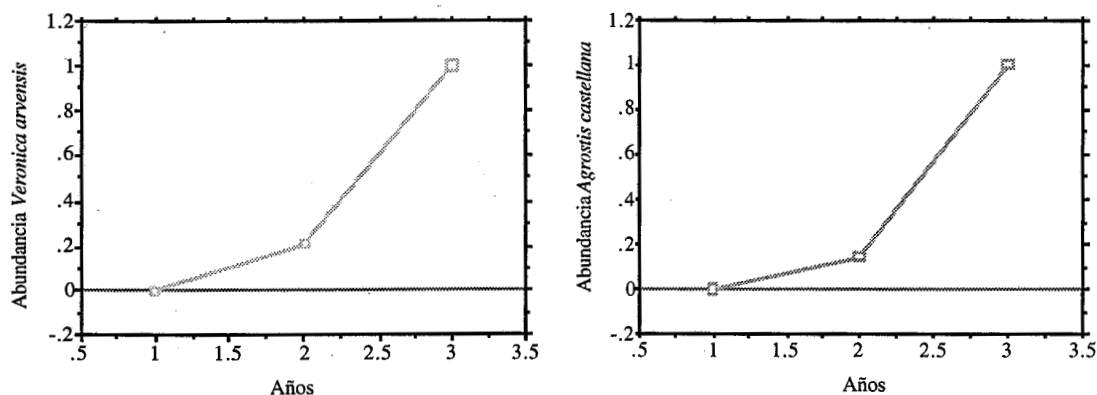
Distinguiremos cuatro tipos de comportamiento de las especies en relación a la evolución de su abundancia durante los tres años de estudio.

**Tipo 1:** *Ornithopus compressus*, *Trifolium dubium*. No aparecen durante los dos primeros años después de la clausura, para luego colonizar las parcelas durante el tercer año (Figura 5.7).



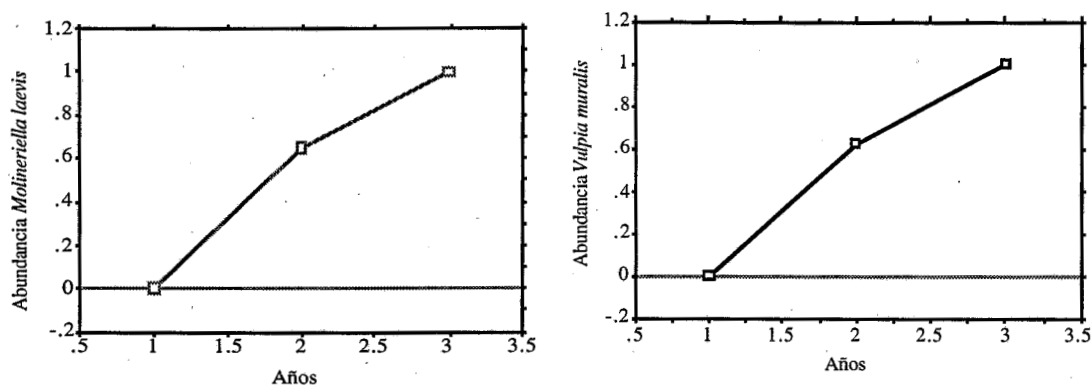
**Figura 5.7.** Relación entre la abundancia de algunas especies características del tipo 1 de impacto fuerte y el tiempo de clausura. Valores de abundancia expresados en tantos por uno de la abundancia máxima de cada especie.

**Tipo 2:** *Agrostis castellana* o *Veronica arvensis*. No están presentes durante el primer año. En el segundo año inician una tímida colonización de las parcelas, asentándose definitivamente durante el tercer año (Figura 5.8).



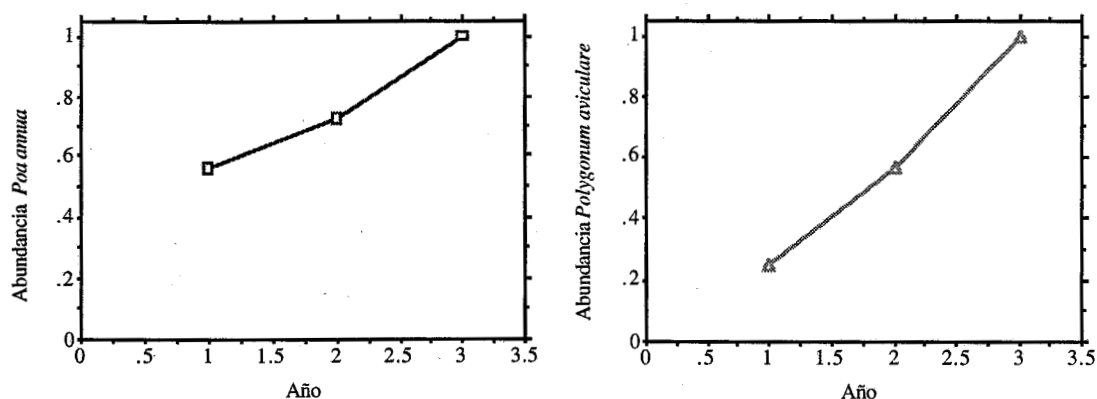
**Figura 5.8.** Relación entre la abundancia de algunas especies características del tipo 2 de impacto fuerte y el tiempo de clausura. Valores de abundancia expresados en tantos por uno de la abundancia máxima de cada especie.

**Tipo 3:** *Molineriella laevis* o *Vulpia muralis*. No aparecen durante el primer año, sin embargo colonizan de manera importante las parcelas durante el segundo año, para después estabilizar más o menos su presencia durante el tercer año (Figura 5.9).



**Figura 5.9.** Relación entre la abundancia de algunas especies características del tipo 3 de impacto fuerte y el tiempo de clausura. Valores de abundancia expresados en tantos por uno de la abundancia máxima de cada especie.

**Tipo 4:** *Poa annua* o *Polygonum aviculare*. Presentes en las parcelas durante el primer año, aumentando sucesivamente su abundancia en años posteriores (Figura 5.10).



**Figura 5.10.** Relación entre la abundancia de algunas especies características del tipo 4 de impacto fuerte y el tiempo de clausura. Valores de abundancia expresados en tantos por uno de la abundancia máxima de cada especie.

**Tabla 5.7.** Comparación entre el valor medio de la abundancia de cada una de las especies que caracterizan los 4 tipos de comportamiento encontrados en parcelas de impacto fuerte. Mediante distintas letras o grupos de letras se indican las diferencias significativas detectadas en la aplicación de tres test LSD uno por cada año considerado ( $p < 0.05$ ).

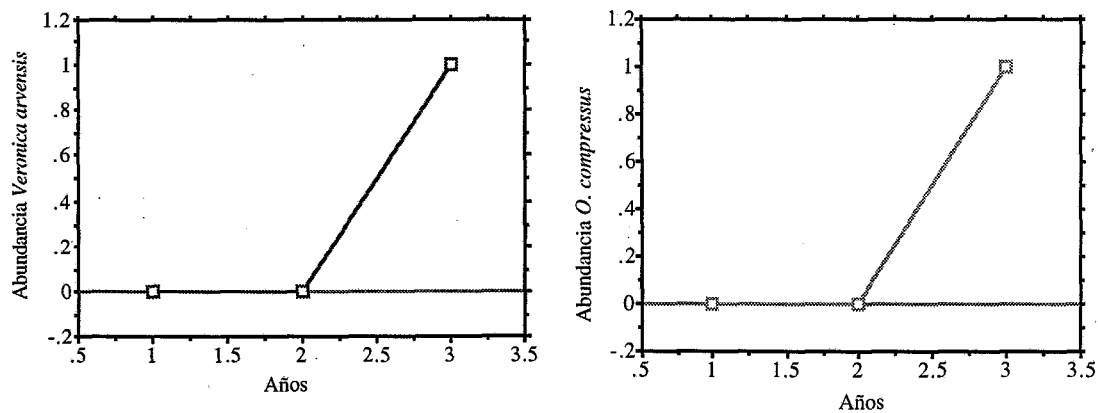
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
1993	0 a	0 a	0,026 a	0,409 b
1994	0 a	0,282 b	0,641 c	0,641 c
1995	1 a	1 a	1 a	1 a

Durante el primer año de muestreo (1993) no existen diferencias entre los tipos 1, 2 y 3, ya que las especies que los caracterizan no han colonizado aún estas áreas de fuerte impacto. Existen diferencias significativas entre el tipo 4 y el resto. Las especies que caracterizan el tipo 4 presentaban cierta abundancia durante este año. En el segundo año (1994) existen diferencias significativas entre todos los tipos, excepto entre el tipo 3 y el tipo 4, al presentar sus especies niveles de abundancias semejantes. En el año 1995 no existen diferencias, puesto que en este año todas las especies han alcanzado su valores más altos de abundancia.

### Parcelas con impacto moderado.

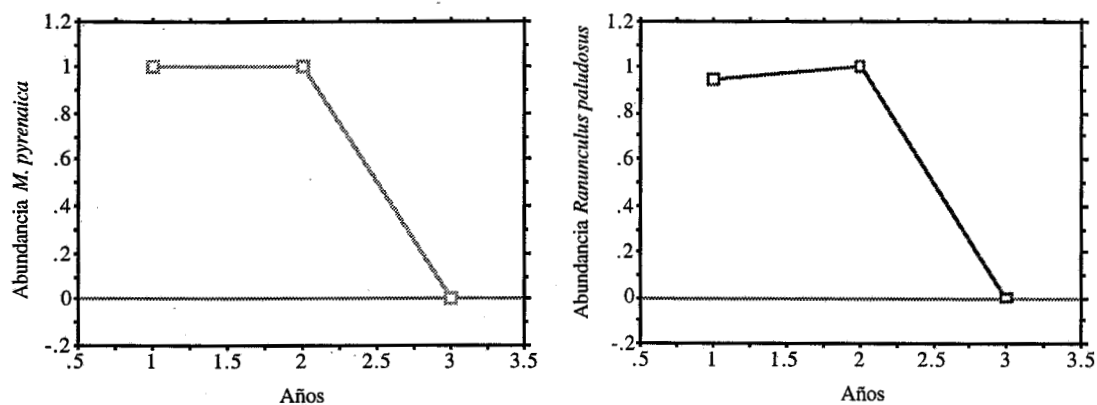
Distinguiremos tres tipos de comportamiento de las especies en relación a la evolución de su abundancia durante los tres años de estudio.

**Tipo 1:** *Veronica arvensis* u *Ornithopus compressus*. No aparecen durante los dos primeros años, para después colonizar con fuerza las parcelas durante el tercer año (Figura 5.11).



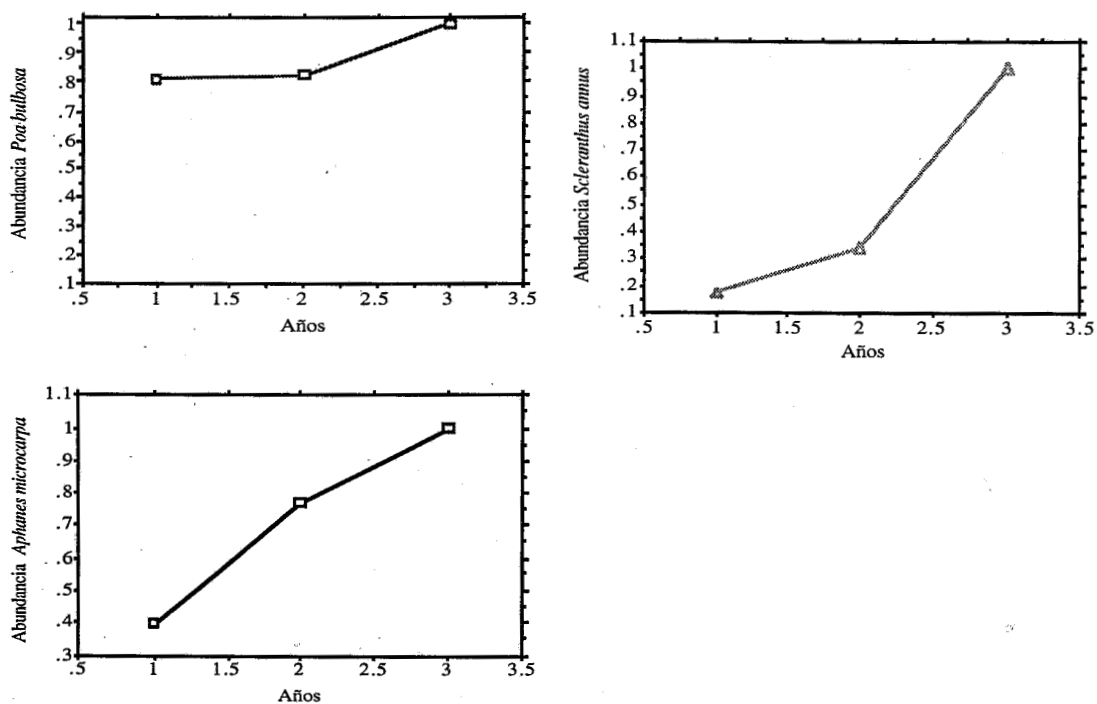
**Figura 5.11.** Relación entre la abundancia de algunas especies características del tipo 1 de impacto moderado y el tiempo de clausura. Valores de abundancia expresados en tantos por uno de la abundancia máxima de cada especie.

**Tipo 2:** *Ranunculus paludosus* o *Merendera pyrenaica*. Presentes durante el primer año, muestran un leve crecimiento o estabilización en su abundancia durante el segundo año, llegando a desaparecer físicamente durante el tercer año. Especulamos ante la posibilidad de un fuerte estrés hídrico puntual en algunas de estas parcelas como desencadenante de este proceso. Ambas especies se hallan muy ligadas a una relativa humedad edáfica (Figura 5.12).



**Figura 5.12.** Relación entre la abundancia de algunas especies características del tipo 2 de impacto moderado y el tiempo de clausura. Valores de abundancia expresados en tantos por uno de la abundancia máxima de cada especie.

**Tipo 3:** *Poa bulbosa*, *Scleranthus annuus* o *Aphanes microcarpa*. Presentes durante los tres años, aumentando su abundancia durante todos ellos (Figura 5.13).



**Figura 5.13.** Relación entre la abundancia de algunas especies características del tipo 3 de impacto moderado y el tiempo de clausura. Valores de abundancia expresados en tantos por uno de la abundancia máxima de cada especie.

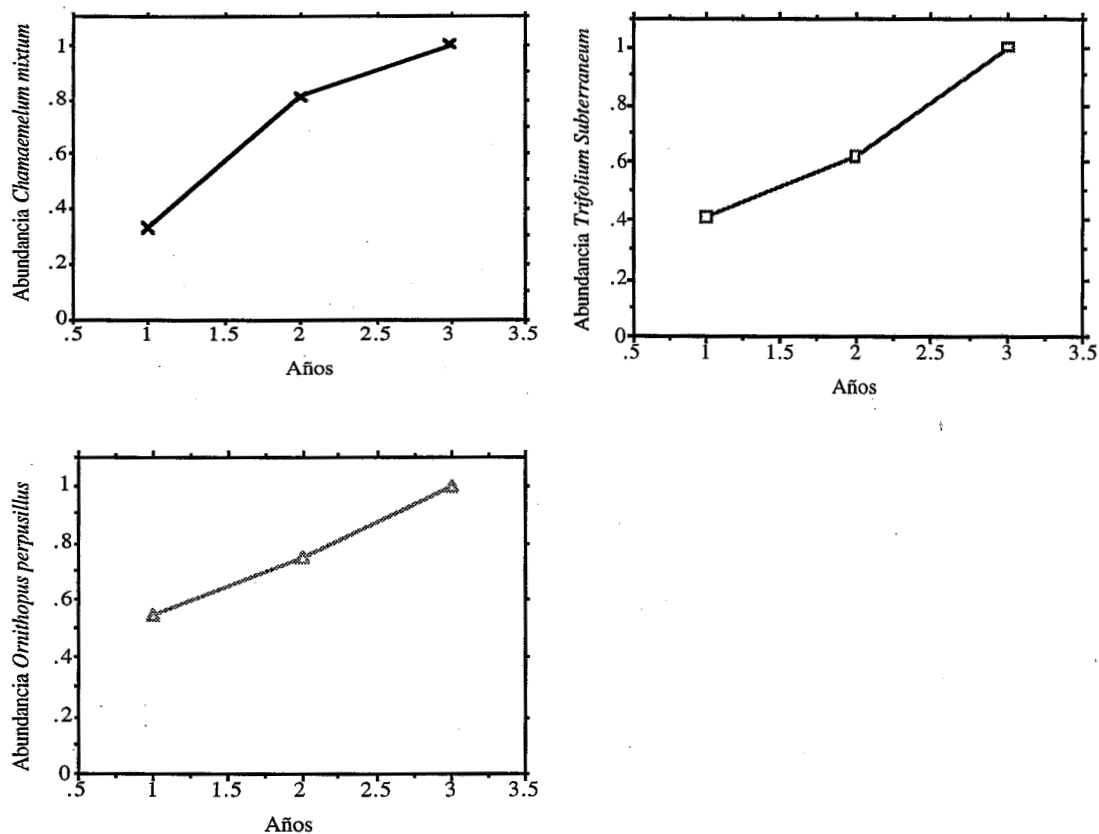
**Tabla 5.8.** Comparación entre el valor medio de la abundancia de cada una de las especies que caracterizan los 3 tipos de comportamiento encontrados en parcelas de impacto moderado. Mediante distintas letras o grupos de letras se indican las diferencias significativas detectadas en la aplicación de tres test LSD uno por cada año considerado ( $p < 0,05$ ).

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
1993	0 a	0,315 a	0,591 a
1994	0 a	1 b	0,535 c
1995	1 a	0,263 b	1 a

En el primer año (1993) no existen diferencias significativas entre los 3 tipos. Aunque existen diferencias en el comportamiento de sus abundancias, la varianza es muy grande dentro de cada tipo. En el año 1994 existen diferencias entre todos los tipos, sus especies características presentan diferentes abundancias. En el año 1995 existen diferencias significativas entre los tipos 1 y 2, y 2 y 3. Las especies de los tipos 1 y 3 han alcanzado sus valores más altos de abundancia, mientras que en el tipo 2 las especies allí presentes han desaparecido o disminuido sus abundancias.

#### Parcelas con impacto leve.

Dentro de las parcelas con impacto leve no ha sido posible distinguir distintos tipos de comportamiento en la evolución de la abundancia de las especies, al comportarse todas ellas de manera semejante. Las especies muestran elevada abundancia durante el primer año, aumentando la misma en años sucesivos. La representación gráfica de la evolución de la abundancia de algunas de las especies más representativas (*Chamaemelum mixtum*, *Trifolium subterraneum* y *Ornithopus perpusillus*) aparecen en la Figura 5.14.



**Figura 5.14.** Relación entre la abundancia de algunas especies características de las parcelas de leve impacto y el tiempo de clausura. Valores de abundancia expresados en tantos por uno de la abundancia máxima de cada especie.

#### 4. 3. Estudio de la diversidad biológica.

##### 4. 3. 1. Variación de la diversidad.

La pradera objeto de estudio muestra una variación de la diversidad de especies dependiendo de la situación preoperacional (nivel de impacto) y el tiempo de clausura. En la Tabla 5.9 se muestran estas diferencias.



**Tabla 5.9.** Valores de diversidad de especies obtenidos en las distintas parcelas según su nivel de impacto para los años 1993, 1994 y 1995.

Nº de parcela	Diversidad impacto fuerte			Diversidad impacto moderado			Diversidad impacto leve		
	1993	1994	1995	1993	1994	1995	1993	1994	1995
1	1,34	2,09	2,47	0,54	1,72	1,48	2,16	2,54	2,78
2	1,28	2,55	3,28	1,11	1,61	2	2,11	2,55	2,70
3	0,90	2,25	2,62	0,78	1,71	1,52	2,32	2,35	2,56
4	1,41	2,25	2,61	1,50	1,75	1,81	2,12	2,19	2,47
5	1,34	2,04	2,72	1,42	1,68	1,65	2,24	2,38	2,36
6	1,55	1,94	2,97	1,17	2,20	2,03	1,99	2,14	2,16
7	1,46	2,21	3,11	0,58	1,42	1,97	2,25	2,21	2,32
8	0,99	1,65	2,82	0,46	1,47	0,97	1,48	1,58	2,07
9	1,57	2,08	2,86	0,36	0,92	0,59	2,56	2,50	2,68
10	0,99	1,61	2,59	1,45	1,65	1,53	1,67	1,95	2,10
11	0,39	2,12	3,00	2,15	1,78	2,03	2,54	2,59	2,59
12	0,49	1,75	2,64	1,69	0,81	2,09	1,84	2,33	2,39
13	1,28	2,43	2,93	2,69	2,84	1,96	2,40	2,48	2,35
14	0,44	2,54	2,80	0,89	1,44	1,59	2,60	2,76	2,81
15	0,52	1,77	2,48	1,48	1,86	1,60	2,61	2,70	2,71

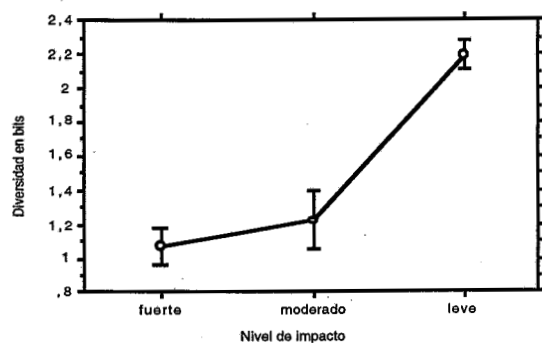
#### Variación de la diversidad según nivel de impacto.

Se aprecian diferencias en la diversidad de especies en cada uno de los años de seguimiento según la estructura de la pradera de acuerdo a su nivel de impacto (Tabla 5.10 y Figura 5.15).

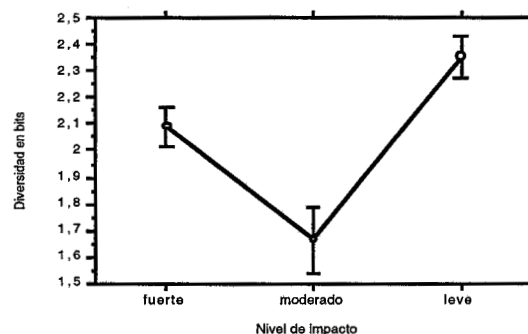
**Tabla 5.10.** Comparación entre los valores medios de diversidad para cada año de clausura de la pradera y en cada uno de los niveles de impacto. Mediante distintas letras o grupos de letras se indican las diferencias significativas detectadas en tres test LSD uno por año ( $p < 0,05$ ).

1993			1994			1995		
fuerte	moderado	leve	fuerte	moderado	leve	fuerte	moderado	leve
1,068	1,223	2,197	2,091	1,662	2,358	2,799	1,658	2,475
a	a	b	a	b	a	a	b	c

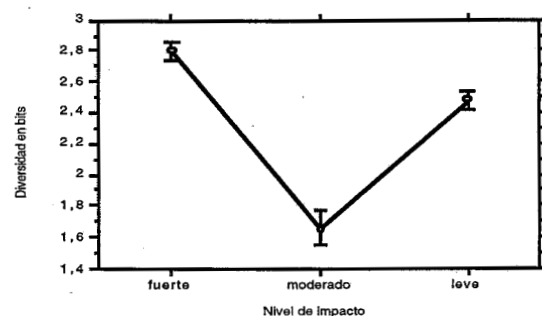
1993



1994



1995



**Figura 5.15.** Valores medios de diversidad de especies herbáceas en los diferentes niveles de impacto y años de clausura de la pradera: 1993, 1994 y 1995.

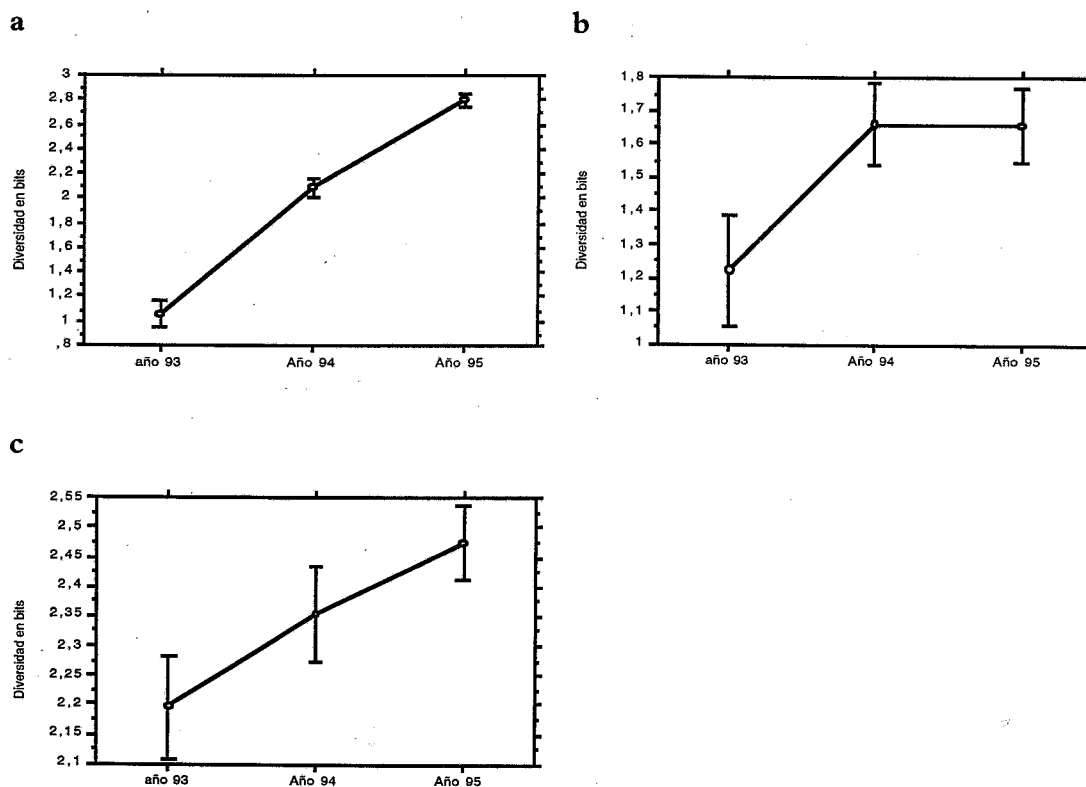
Cuando se comparan los valores medios de diversidad de especies para cada año en los diferentes niveles de impacto, se observa cómo en el primer año de clausura (1993) no existen diferencias significativas entre los valores de las parcelas de impacto fuerte y moderado. Ambos niveles de impacto presentan valores similares en su índice de diversidad. Sí existen diferencias significativas entre estos dos últimos niveles y las parcelas de impacto leve. Durante el segundo año (1994) se ha producido un considerable aumento de la diversidad en las parcelas con impacto fuerte, superando en sus valores medios a las de impacto moderado, y situándose muy próximos a las de impacto leve, hasta el punto que sus diferencias llegan a no ser significativas. Este parece ser el año clave en la recuperación de las parcelas de impacto fuerte. En el tercer año (1995), los valores medios de diversidad de las parcelas con impacto fuerte superan a las de impacto moderado y leve, siendo en todos los casos estas diferencias significativas.

### Variación de la diversidad según tiempo de clausura.

Existen variaciones de la diversidad de especies a lo largo del tiempo de clausura de la pradera en relación a su nivel de impacto. Se han comparado los valores de diversidad de especies en los diferentes niveles de impacto para cada año (Tabla 5.11 y Figura 5.16).

**Tabla 5.11.** Comparación entre los valores medios de diversidad en cada uno de los niveles de impacto y para los distintos años de clausura de la pradera. Mediante distintas letras o grupos de letras se indican las diferencias significativas detectadas en tres test LSD uno por nivel de impacto ( $p < 0,05$ ).

<i>Fuerte</i>			<i>Moderado</i>			<i>Leve</i>		
1993	1994	1995	1993	1994	1995	1993	1994	1995
1,068	2,091	2,799	1,223	1,662	1,658	2,197	2,358	2,475
a	b	c	a	b	b	a	ab	b



**Figura 5.16.** Valores medios de la diversidad de especies de herbáceas en las parcelas ubicadas en las zonas con diferente nivel de impacto en el transcurso de los tres años de clausura de la pradera. a) impacto fuerte, b) impacto moderado; c) impacto leve.

En las parcelas de impacto fuerte se produce para cada año un considerable aumento de los valores de diversidad, existiendo diferencias significativas entre todos ellos.

En las parcelas de impacto moderado el aumento en los valores de diversidad se produce entre el primer y segundo año (1993-94), siendo estas diferencias significativas. Sin embargo, entre el segundo y tercer año (1994-95), estas diferencias no son significativas, produciéndose un leve decremento de diversidad en sus valores medios.

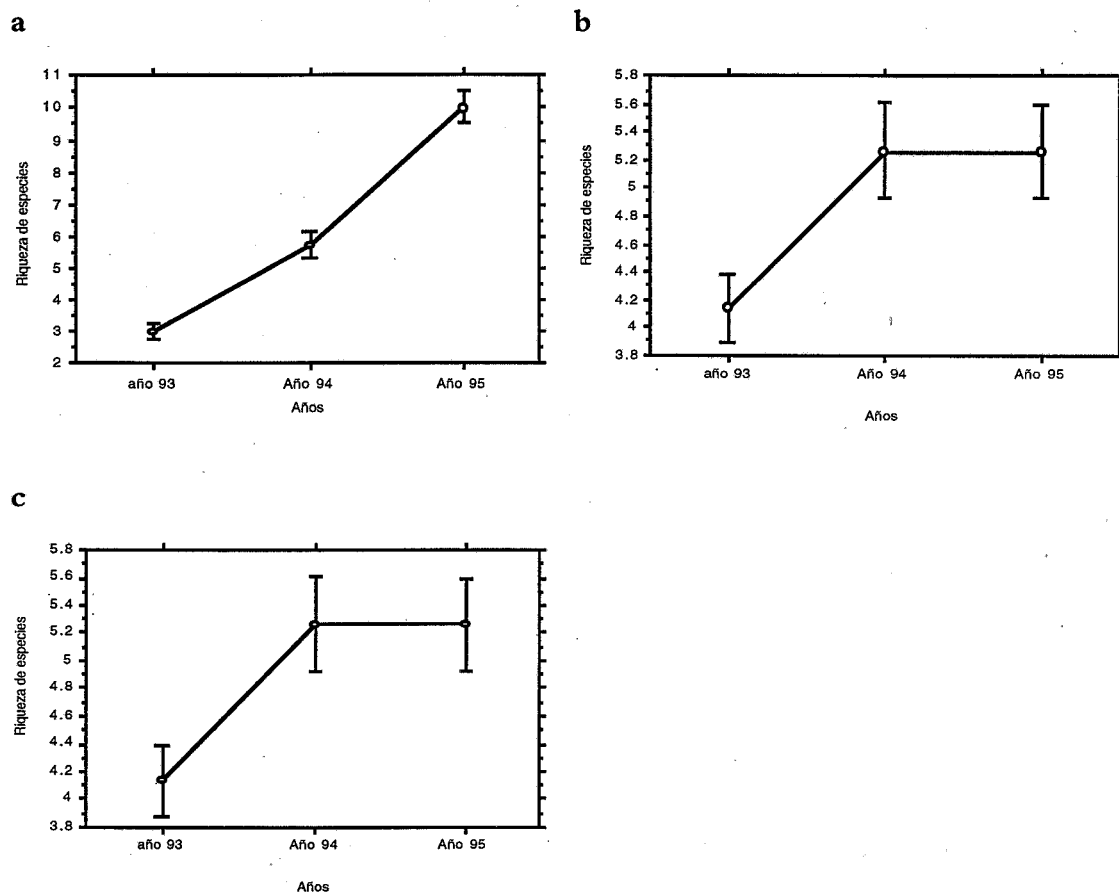
En las parcelas de impacto leve, no existen diferencias significativas entre los valores de diversidad entre el primer y segundo año (1993-94), ni entre el segundo y tercer año (1994-95), únicamente se producen diferencias significativas entre los valores registrados durante el primer y el tercer año (1993-95).

#### 4. 3. 2. Variación de la riqueza.

Se observan diferencias en la riqueza media de especies en cada uno de los niveles de impacto en relación al tiempo de clausura de la pradera (Tabla 5.12 y Figura 5.17).

**Tabla 5.12.** Comparación entre los valores medios de riqueza en cada uno de los niveles de impacto y para los distintos años de clausura de la pradera. Mediante distintas letras o grupos de letras se indican las diferencias significativas detectadas en tres test LSD uno por nivel de impacto ( $p < 0,05$ ).

<i>Fuerte</i>			<i>Moderado</i>			<i>Leve</i>		
<i>1993</i>	<i>1994</i>	<i>1995</i>	<i>1993</i>	<i>1994</i>	<i>1995</i>	<i>1993</i>	<i>1994</i>	<i>1995</i>
3	5,733	10	4,133	5,267	5,267	8,267	8,267	8,333
a	b	c	a	b	b	a	a	a



**Figura 5.17.** Valores medios de riqueza de especies de herbáceas en las parcelas ubicadas en los diferentes niveles de impacto en el transcurso de los tres años de clausura de la pradera. **a)** impacto fuerte, **b)** impacto moderado y **c)** impacto leve.

Como ya se había observado para los valores medios de diversidad, en las parcelas de impacto fuerte se produce para cada año elevados aumentos de la riqueza media de especies herbáceas. Existen diferencias significativas entre todos los años.

En las parcelas de impacto moderado existe un aumento de los valores de riqueza de especies entre el primer y el segundo año (1993-94). Estas diferencias son significativas. Entre el segundo y tercer año (1994-95) no se producen cambios en el valor de la riqueza.

En las parcelas de impacto leve, no se producen cambios en el valor de la riqueza entre el primer y segundo año (1993-94). Entre el segundo y tercer año (1994-95) hay un leve aumento de la diversidad. Las diferencias no son significativas.

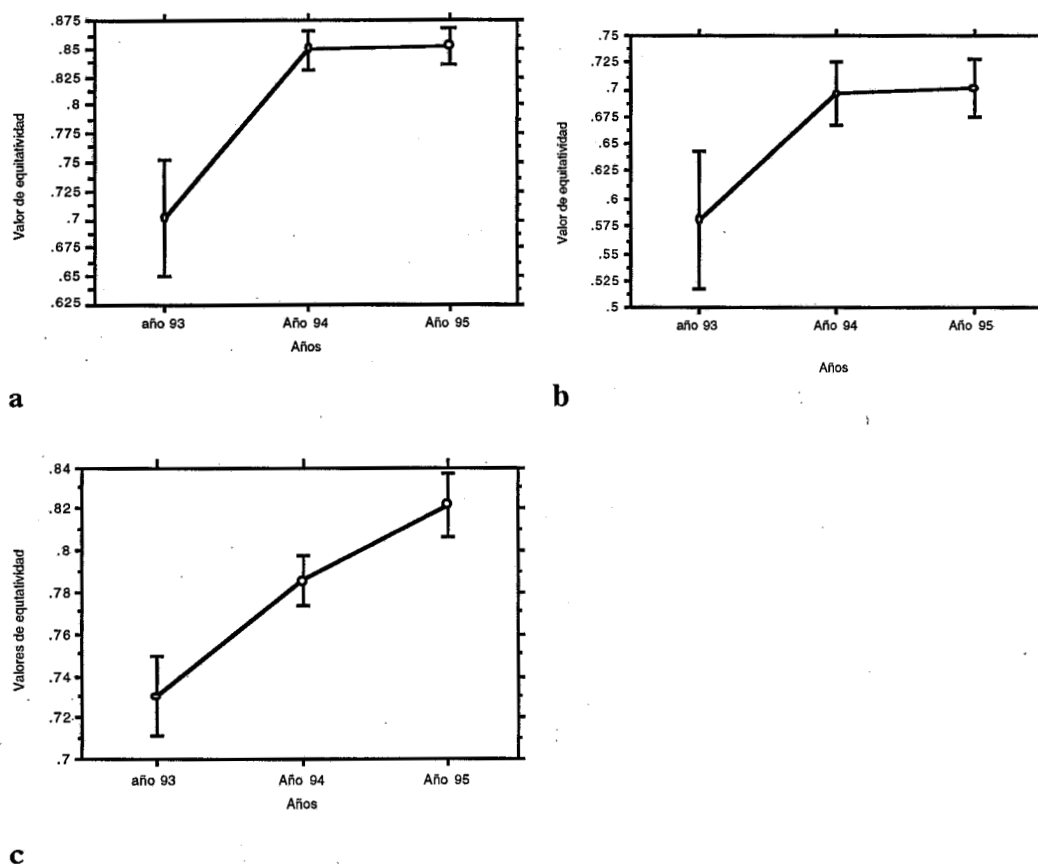
#### 4. 3. 3. Variación de la equitatividad.

En la Tabla 5.13 y Figura 5.18 se pueden observar las variaciones producidas en los valores medios de equitatividad en cada uno de los niveles de impacto, en relación al tiempo de clausura de la pradera.

**Tabla 5.13.** Comparación entre los valores medios de equitatividad en cada uno de los niveles de impacto y para los distintos años de clausura de la pradera. Mediante distintas letras o grupos de letras se indican las diferencias significativas detectadas en tres test LSD uno por nivel de impacto ( $p < 0,05$ ).

<i>Fuerte</i>			<i>Moderado</i>			<i>Leve</i>		
<i>1993</i>	<i>1994</i>	<i>1995</i>	<i>1993</i>	<i>1994</i>	<i>1995</i>	<i>1993</i>	<i>1994</i>	<i>1995</i>
0,704	0,851	0,852	0,581	0,697	0,702	0,730	0,786	0,822
a	b	b	a	a	a	a	b	b

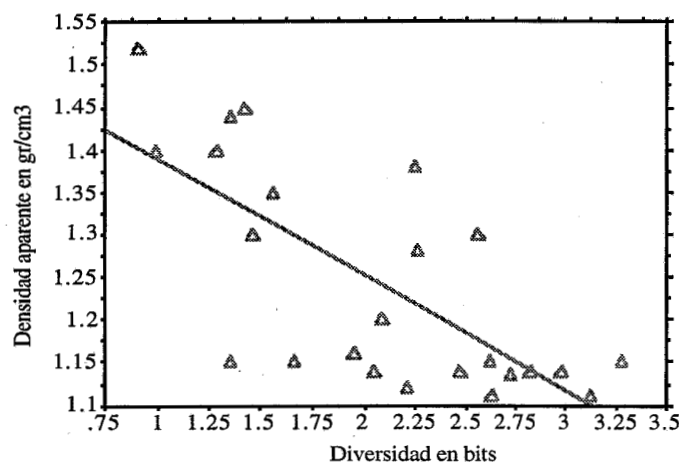
En las parcelas de impacto fuerte, se produce un aumento en los valores medios de equitatividad en relación al tiempo de clausura. Estas diferencias son significativas únicamente entre los años 1993-94 y 1993-95 respectivamente. En las parcelas de impacto moderado, se producen así mismo aumentos en los valores medios de equitatividad en el transcurso del tiempo, sin embargo, las diferencias no son significativas en ningún caso. Las parcelas de impacto leve, también registran aumentos en los valores medios de equitatividad, aunque las diferencias sólo son significativas entre los años 1993-94 y 1993-95.



**Figura 5.18.** Valores medios de equitatividad de especies de herbáceas en las parcelas ubicadas en los diferentes niveles de impacto en el transcurso de los tres años de clausura de la pradera. a) impacto fuerte, b) impacto moderado y c) impacto leve.

#### 4. 3. 4. Variación de la diversidad y variables físico-químicas.

Se han analizado las relaciones entre la diversidad de especies a lo largo del tiempo de clausura y en cada nivel de impacto, con las variables físico-químicas del suelo (Figura 5.19).



**Figura 5.19.** Relación entre la diversidad de especies herbáceas en las zonas de impacto fuerte y la variable densidad aparente ( $r^2 = 0,513$ ;  $p = 0,0001$ ).

Unicamente existe una clara relación en las parcelas de fuerte impacto, y sólo para la variable densidad aparente. En las parcelas situadas en el nivel de impacto fuerte se han producido, como ya se ha comentado, los mayores crecimientos de los valores de diversidad, en estas parcelas se ha producido así mismo los descensos más notables de los valores de compactación (densidad aparente). A medida que se han asentado nuevas especies, las condiciones del suelo también han variado. Las raíces de las nuevas plantas al penetrar en el suelo favorecen su expansión, facilitando la rotura de las partículas que lo conforman, disminuyendo la compactación.

#### **4. 4. Variación de la composición florística tras la clausura.**

Se ha estudiado la similitud de la composición florística entre las diferentes situaciones preoperacionales (niveles de impacto), durante los tres años de clausura. Esta similitud se ha estimado mediante el índice de distancia taxonómica que existen entre las parcelas (D).

Valores altos de D indican grandes diferencias en la composición florística entre parcelas por el contrario, valores bajos indican pequeñas variaciones. Se han considerado las diferencias en la cobertura de cada especie en cada parcela



entre los años 1993-1994, 1994-1995 y 1993-1995 en los distintos niveles de impacto.

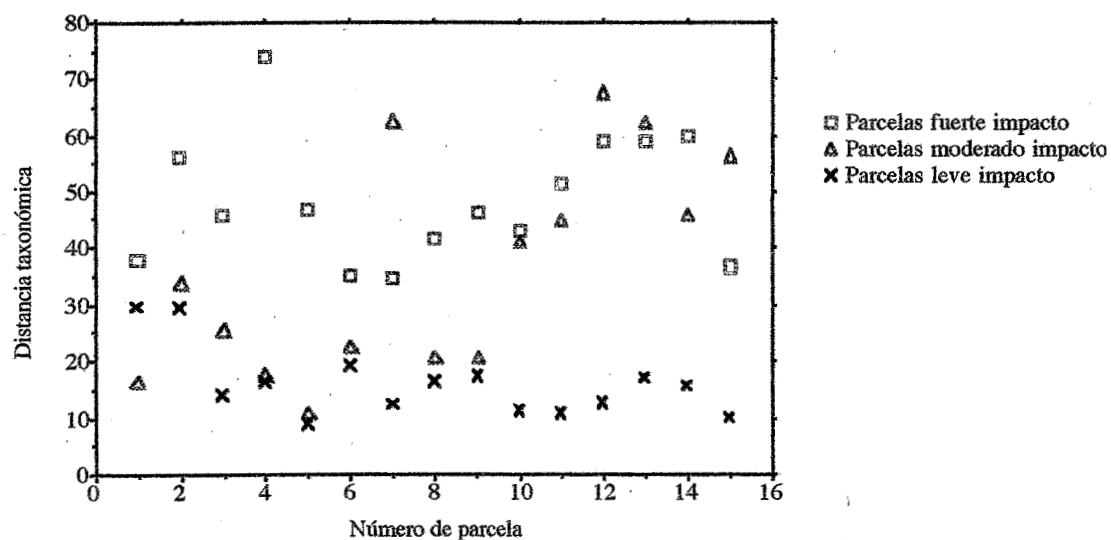
Cuando se comparan de forma separada los valores medios de las distancias taxonómicas entre los distintos años de clausura de la pradera y los diferentes niveles de impacto, se observan algunas diferencias significativas (Tabla 5.14).

**Tabla 5.14.** Comparación de los valores medios de distancia taxonómica entre cada uno de los años de muestreo y diferentes niveles de impacto. Mediante distintas letras o grupos de letras se indican las diferencias significativas detectadas en tres test LSD uno por cada diferencia entre años de muestreo ( $p < 0,05$ ).

1993-94			1994-95			1993-95		
Fuerte	Moderado	leve	Fuerte	Moderado	Leve	Fuerte	Moderado	Leve
19,66	25,26	10,51	35,37	29,35	14,56	48,50	36,68	15,99
b	b	a	a	a	b	a	b	c

Entre el año 1993 y 1994, los mayores cambios en la composición florística se producen en las parcelas de impacto moderado, seguidos de las parcelas con impacto fuerte, aunque las diferencias no llegan a ser significativas. Los cambios resultan poco importantes en las parcelas con impacto leve. Cuando se estudian los valores de D entre el año 1994 y 1995, se observa cómo las distancias más grandes, y por tanto los mayores cambios, se producen en las parcelas de impacto fuerte, seguidas de las de moderado y leve, si bien las diferencias entre fuerte y moderado tampoco son significativas. Sí resultan significativas las diferencias entre leve con moderado y con fuerte respectivamente. Al estudiar las distancias entre los años 1993 y 1995 se aprecia con mayor claridad la tendencia observada en el período 1994-95. Las diferencias entre los distintos niveles de impacto son significativas en todos los casos.

En la Figura 5.20 se puede observar la representación gráfica de estos valores entre los años 1993-95.



**Figura 5.20.** Representación gráfica de los valores del índice de distancias taxonómicas entre cada una de las parcelas de los diferentes niveles de impacto entre el año 1993 y 1995. Los símbolos indican el valor de la distancia para cada una de las parcelas de los distintos niveles de impacto.

En resumen, durante los tres años de clausura de la pradera los cambios más importantes en cuanto a la composición florística, se han producido en las parcelas de impacto fuerte, si bien, durante el primer año deben superar cierto umbral para que en ellas comiencen a asentarse y germinar nuevas especies. En estas parcelas es donde se producen las transformaciones más espectaculares en cuanto a su composición de especies a lo largo del tiempo. Así mismo, se aprecian algunos cambios en las parcelas de impacto moderado, aunque siempre de menor magnitud que en las de impacto fuerte. Los cambios más reducidos se producen en las parcelas de impacto leve.

#### **4. 5. Cambios en la estructura de la vegetación y el suelo tras la clausura. Análisis multivariante.**

##### **4. 5. 1. Vegetación herbácea.**

En la Figura 5.21 se representan la distribución de las parcelas de muestreo y las especies encontradas, en el plano definido por los dos primeros ejes del

análisis de correspondencias de la matriz de 15 parcelas en 3 situaciones preoperacionales (niveles de impacto) y 3 años de muestreo por 20 variables o cobertura de especies herbáceas encontradas. Estos ejes absorben en su conjunto un 42% de varianza.

El eje I diferencia de manera clara las parcelas con impacto fuerte, parcelas con impacto moderado y parcelas con impacto leve independientemente del año del muestreo. Las parcelas con impacto fuerte aparecen en el extremo positivo, situándose las parcelas con impacto moderado y leve hacia el extremo negativo.

Se ha comprobado que las parcelas situadas en el extremo positivo del eje I presentan las diferencias más elevadas entre la diversidad en los años 93-94 y años 94-95. Las parcelas situadas en el extremo negativo presentan las menores diferencias para estos mismos períodos, incluso algunas diferencias entre parcelas muestran signo -, significando una leve pérdida de diversidad.

En el extremo positivo del eje I, y coincidiendo con las parcelas con impacto fuerte, aparecen con relativa abundancia especies como *Poa annua*, *Polygonum aviculare* y *Spergula arvensis*. Estas especies son citadas en la literatura como plantas que soportan muy bien el pisoteo, siendo pioneras en la colonización de áreas degradadas. Dentro de las parcelas con impacto fuerte, se puede diferenciar en la parte más positiva del eje las parcelas muestreadas durante 1993, y en la parte inferior, menos positiva las muestreadas durante 1994 y 1995, donde aparecen especies como *Molineriella laevis*, *Trifolium dubium* y *Ornithopus compressus*.

En el extremo negativo del eje I, asociadas a las parcelas con impacto leve aparecen especies como *Chamaemelum mixtum*, *Ranunculus paludosus*, *Plantago lanceolata*, *Trifolium subterraneum* y *Vulpia muralis*. Algunas de estas especies han aparecido como indicadoras de los sectores periféricos, menos pisoteados en el estudio sobre las praderas de "La Pedriza" (ver capítulo 4). Son especies de pastizales mediterráneos maduros, más exigentes en cuanto a sus condiciones ambientales.

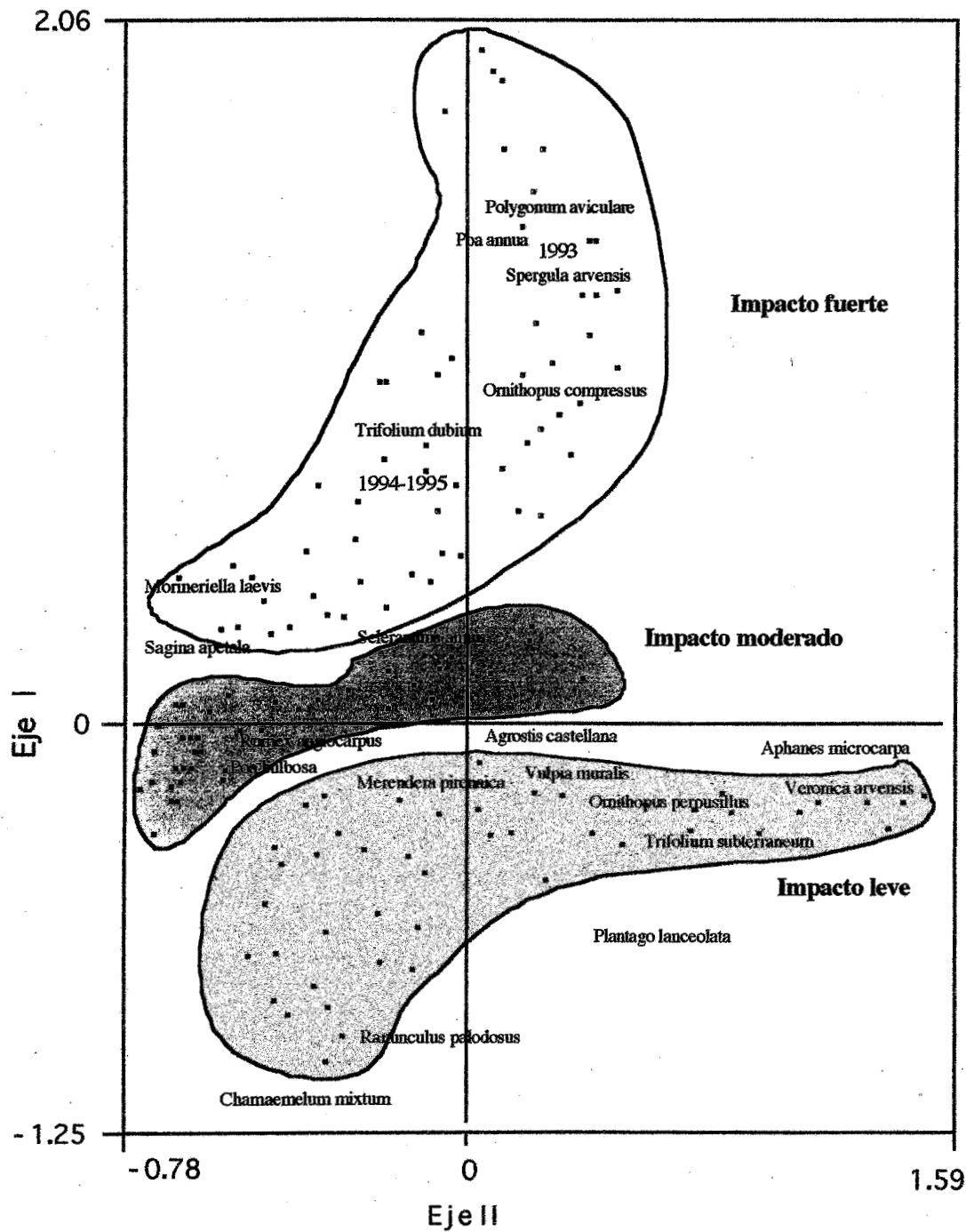
En las parcelas de impacto moderado y leve, no se produce una marcada polaridad en relación a los años de muestreo como ocurre en las de impacto fuerte.

El eje II separa las parcelas por su valor de equitatividad. Cuando se realiza una descripción de la composición florística de una comunidad, en muchos casos, se hace en términos de número de especies presentes, ignorando un aspecto importante como es su abundancia relativa. Aquí radica la importancia del concepto de equitatividad.

La equitatividad ofrece una medida de la abundancia relativa de cada una de las especies presentes. Una parcela puede tener una riqueza elevada de especies pero encontrarse éstas mal representadas, ocupando una de ellas el 95% de la parcela y el resto únicamente el 5% restante.

En este caso el eje II explica un gradiente de equitatividad. En el extremo negativo se sitúan las parcelas con baja equitatividad (0,230; 0,274; 0,294). Mayoritariamente son parcelas con impacto moderado. Ya se observó en el apartado 4. 3. 3 cómo los valores medios de equitatividad más bajos eran registrados en parcelas situadas en este nivel de impacto. Estas parcelas pueden tener una riqueza de 4 ó 5 especies, sin embargo, una de ellas es la dominante. Así ocurre con *Poa bulbosa*, que domina ampliamente en todas estas parcelas con coberturas de hasta el 80%. Otras especies acompañantes de *P. bulbosa* en estas parcelas son *Rumex angiocarpus* y *Sagina apetala*. En el extremo positivo se sitúan parcelas con impacto leve y elevados valores de equitatividad (0,819; 0,898; 0,911). Son parcelas con una riqueza entre 9 y 11 especies, todas ellas bastante repartidas en cuanto a su abundancia en la parcela. En este extremo se sitúan especies como *Veronica arvensis*, *Aphanes microcarpa*, *Ornithopus perpusillus* y *Trifolium subterraneum*.

Las parcelas situadas en el extremo negativo del eje II parecen estar dominadas por unas pocas especies muy abundantes, en contraposición con las parcelas ubicadas en el extremo positivo con mayor riqueza de especies y más equilibrio entre sus abundancias.



**Figura 5.21.** Proyección de las parcelas de muestreo (•) y las especies encontradas en el plano definido por los dos primeros ejes del análisis de correspondencias. Únicamente se han utilizado las especies herbáceas con mayores abundancias.

#### 4. 5. 2. Variables físico-químicas.

En la Figura 5.22 se observa la disposición de las parcelas y de las variables físico-químicas en el plano definido por los dos primeros ejes del análisis de correspondencias de la matriz de 72 observaciones x 12 variables físico-químicas. Los dos primeros ejes del análisis de correspondencias absorben en su conjunto un 56% de varianza.

El eje I diferencia las muestras tomadas en las diferentes situaciones preoperacionales (niveles de impacto) y años de clausura de la pradera.

Las muestras tomadas en las zonas de impacto fuerte y moderado durante 1993 y 1994 aparecen agrupadas en el extremo positivo, mientras que las tomadas en las zonas de impacto leve durante 1994 y 1995 aparecen en el extremo negativo. En una situación intermedia se ubican las muestras tomadas en las zonas de impacto leve durante 1993 y las tomadas en las zonas de impacto fuerte y moderado durante 1994 y 1995.

Las principales variables explicativas de la primera dimensión (eje I) son los valores de densidad aparente (compactación) y las concentraciones de manganeso y sodio.

La densidad aparente alcanza valores elevados en las zonas de impacto fuerte y moderado durante 1993 (1,37 g/cm<sup>3</sup> y 1,30 g/cm<sup>3</sup> respectivamente), descendiendo durante 1994 y 1995 (1,13 g/cm<sup>3</sup> y 1,04 g/cm<sup>3</sup> respectivamente). En las zonas de impacto leve, los valores de densidad aparente no son muy altos durante 1993, aun así, descienden un poco durante 1994 y 1995.

Las concentraciones más altas de manganeso y sodio se producen en las zonas de impacto leve durante 1994 y 1995.

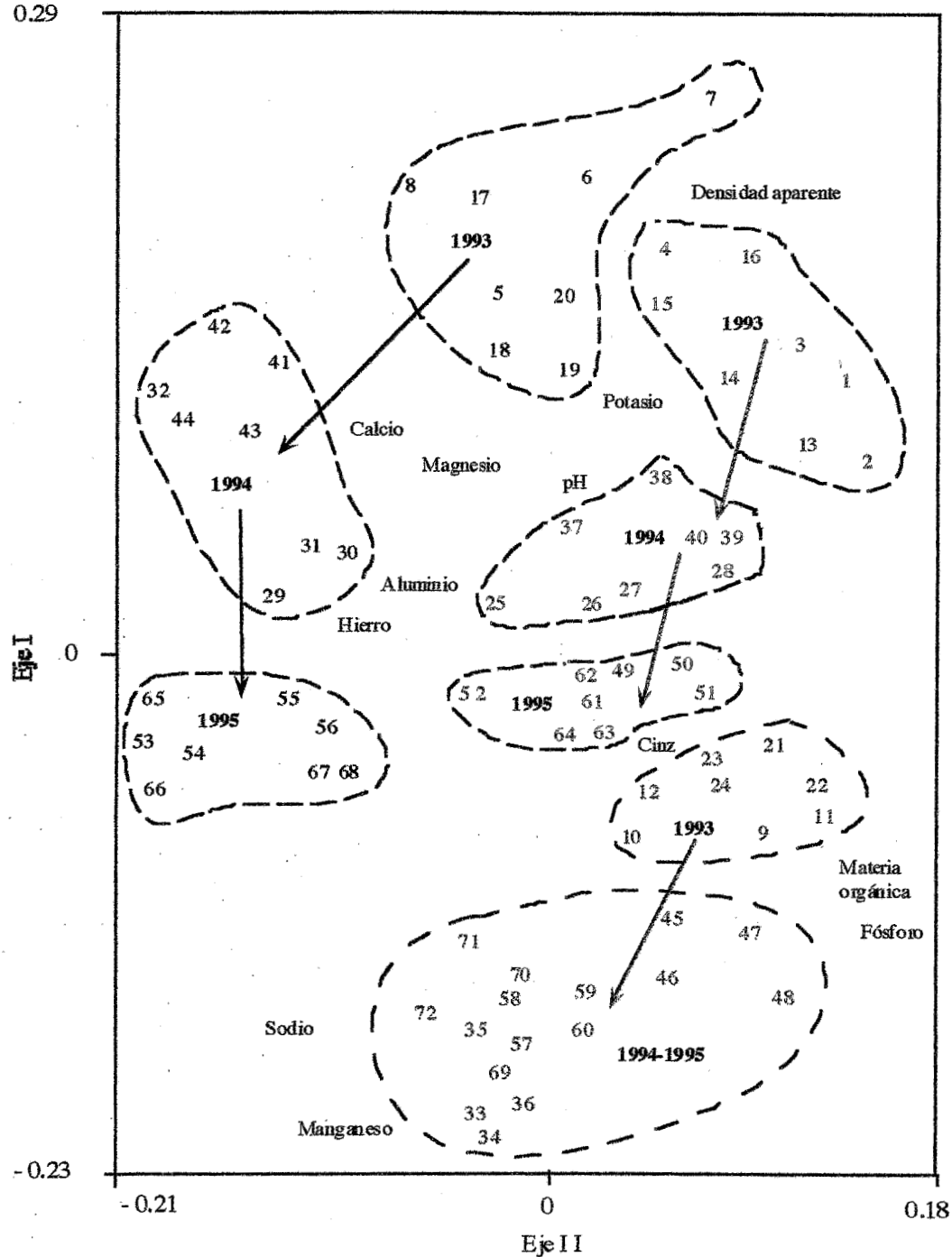
El manganeso suele unirse en condiciones reductoras a los complejos húmicos (materia orgánica) apareciendo asociado a ellos. Su elevada concentración en esta zona puede estar en relación a las mayores cantidades de materia orgánica aquí presentes. En cuanto al sodio su presencia puede ser

debida sobre todo a las deyecciones del ganado vacuno que padece en el valle. Su aparición en las zonas de impacto leve está en relación a la cantidad de pasto (cobertura vegetal), más abundante aquí que en las zonas de impacto moderado o fuerte. Los animales comen y defecan con mayor frecuencia en estas zonas.

El eje II ordena las muestras según su concentración de fósforo y proporción de materia orgánica. Las muestras tomadas en las zonas de impacto fuerte en 1993 y leve durante 1993 y parcialmente en el año 1994, presentan una concentración de fósforo y proporción de materia orgánica elevadas, situándose en el extremo positivo del eje. Las muestras tomadas en las zonas de impacto moderado durante 1994 y 1995, presentan las más bajas concentraciones de fósforo y proporción de materia orgánica, ubicándose en el extremo más negativo del eje.

La mayor proporción de fósforo y materia orgánica en algunas parcelas de impacto fuerte durante el primer año de clausura (1993), puede estar relacionada con su grado de deterioro, con abundancia de detritus y sobre todo, restos de hogueras. Por el contrario, las mayores cantidades de fósforo y la materia orgánica en las parcelas de impacto leve, están más relacionadas con las mejores condiciones de los suelos de estas parcelas, que mantienen aún su horizonte orgánico, y han sido sometidas a menor pisoteo y degradación por los visitantes.

0.29



Números 1 a 24 parcelas muestreadas en 1993  
 Números 25 a 48 parcelas muestreadas en 1994  
 Números 49 a 72 parcelas muestreadas en 1995

En rojo parcelas muestreadas en zonas de impacto fuerte  
 En azul parcelas muestreadas en zonas con impacto moderado  
 En verde parcelas muestreadas en zonas con impacto leve

**Figura 5.22.** Proyección de las parcelas de muestreo y las variables muestreadas en el plano definido por los dos primeros ejes del análisis de correspondencias. Cambios en la composición del suelo en el curso del tiempo y en función de la situación preoperacional de las parcelas.



---

## ***5. Discusión y conclusiones.***

Tras el abandono de la presión recreativa, se produce un proceso de recuperación, muy apreciable en las praderas con mayor proporción de suelo descubierto en su estado preoperacional. La cobertura media de las parcelas de impacto fuerte en el momento de la clausura (1993) era de un 13,23%. La cobertura media después de tres años sin uso recreativo era de un 78,60%. En las parcelas de impacto moderado estas coberturas eran de un 49,53% en 1993 y de un 89,35% en 1995 respectivamente. Lógicamente esta recuperación no se produce en la misma magnitud en las parcelas de impacto leve, debido a que en el momento de la clausura se hallaban cercanas a su nivel máximo de cobertura, pasando de un 93,20% en 1993 a un 97,85% en 1995.

Aunque ha existido un fuerte crecimiento de la cobertura de vegetación en las parcelas de impacto moderado y sobre todo de impacto fuerte, aún no se ha alcanzado los valores de cobertura óptimos, y por tanto continúan produciéndose diferencias significativas entre los tres niveles de impacto durante 1995. Estos valores podrían alcanzarse en años sucesivos (Parson y DeBenedetti, 1979; Ranz, 1979; Cole y Ranz, 1983).

En las parcelas situadas en las zonas con impacto fuerte, gran parte de ellas desprovistas de vegetación al cerrarse la pradera, aparecen especies como *Poa annua* y *Polygonum aviculare*, aumentando en años posteriores su abundancia. Ambas parecen importantes como pioneras en la sucesión, como lo demuestra su presencia y aumento de cobertura en las zonas de impacto fuerte después del cierre. Estas especies dan nombre a una alianza fitosociológica, la clase *Polygono-Poetea annuae* (Rivas Martínez, 1975), definida como vegetación terofítica pionera, colonizadora de caminos, propia de suelos arenosos y rehollados (Costa, 1978; Belmonte, 1986; Fernández, 1988). En el tercer año, cuando las condiciones ecológicas en estas parcelas se muestran más favorables (menor compactación y mayor cobertura vegetal), aparecen especies como *Trifolium dubium* y *Ornithopus compressus*. Sus ausencias durante los primeros años indican menor resistencia al pisoteo, siendo probablemente especies de sucesión tardía.

En las parcelas de impacto moderado, encontramos asentadas durante el primer año especies como *Scleranthus annuus*, *Aphanes microcarpa* y *Poa bulbosa*, esta última con elevada abundancia, nos indica su capacidad para adaptarse al pisoteo. Todas ellas se mantienen presentes durante los tres años, aumentando sucesivamente su abundancia. *Veronica arvensis*, y sobre todo *Ornithopus compressus* vuelven a comportarse como especies colonizadoras cuando las condiciones del medio son favorables, apareciendo únicamente durante el tercer año.

En las parcelas de impacto leve todas las especies presentan abundancias relativamente altas durante los tres años, sufriendo pequeñas variaciones propias de la dinámica natural de estos ecosistemas.

Estudiando los índices de diversidad de especies herbáceas durante los tres años de clausura de la pradera, se observa cómo en el primer año no muestran diferencias significativas entre las parcelas de impacto fuerte y moderado, aunque sí entre estos dos niveles de impacto y las parcelas de impacto leve.

Al tercer año el índice de diversidad en las parcelas de impacto fuerte ha superado al de las parcelas de impacto moderado y leve.

Estos resultados estarían en concordancia con otros estudios realizados en pastizales de idénticas características. Se ha comprobado cómo después del cese de una perturbación en una zona de pastizal, se producen aumentos en la diversidad de especies herbáceas durante los primeros años. Estos incrementos parecen mostrar en sus inicios, y una vez superado cierto umbral, una relación positiva con el grado de la perturbación, en nuestro caso nivel de impacto (fuerte, moderado y leve). En años sucesivos, los valores de los índices de diversidad en las parcelas de los tres niveles de impacto deben converger hacia los valores óptimos obtenidos en pastizales con semejantes características ecológicas y sin perturbar, en éstos la diversidad de especies varía entre 3,5 y 4,5 bits (Montalvo, 1992; Colmenares y De Miguel, 1996). Pensamos que en ningún nivel de impacto se ha alcanzado aún el valor óptimo de diversidad que debería tener en ausencia de perturbación. Especulamos con que estos valores se podrían alcanzar en años sucesivos. Según algunos autores en el control de la diversidad parecen jugar un importante papel los factores endógenos (Montalvo, 1992). Así, en las parcelas de impacto fuerte, las especies comienzan a germinar sin apenas competencia, siendo ésta más acusada en las de impacto moderado y leve.

Cuando se estudian las variaciones del índice de diversidad dentro de cada nivel de impacto para cada uno de los años, se observan diferencias significativas en las parcelas de impacto fuerte durante los tres años, aumentando cada año su valor medio. En las parcelas de impacto moderado estas diferencias se dan entre el primer año (1993) con el segundo (1994) y el tercero (1995). Para las parcelas de impacto leve, únicamente hay diferencias entre el primer año (1993) y el tercer año (1995).

En cuanto a la variación de la riqueza media de especies, en las parcelas de impacto fuerte y moderado, la riqueza tiene un comportamiento semejante a la diversidad. Sin embargo en las parcelas de impacto leve, aunque se producen leves aumentos de la riqueza media de especies durante los tres años de clausura, las diferencias no son en ningún caso significativas.

En referencia a las variaciones de la equitatividad, en las parcelas de impacto fuerte, los valores de equitatividad media durante el primer año se muestran

elevados. Existen pocas especies y a la vez son poco abundantes. En años sucesivos aumentan algo estos valores, aparecen nuevas especies y en el mismo sentido aumentan su cobertura. En las parcelas de impacto moderado, los valores de equitatividad media se mantienen bajos durante todos los años, y aunque aumentan su valor de uno a otro año, las diferencias no son significativas. Mantienen un número reducido de especies pero algunas de ellas se muestran muy abundantes como es el caso de *Poa bulbosa*. Las parcelas de impacto leve, muestran así mismo un crecimiento continuo de los valores de equitatividad media, más altos que para las parcelas de impacto moderado. Presentan un número mayor de especies que las anteriores y éstas están mejor repartidas en cuanto a su abundancia. En general, las parcelas de impacto fuerte presentan los valores más altos de equitatividad media durante los dos últimos años. Sufren un fuerte crecimiento en la riqueza de especies, presentando todas ellas una abundancia semejante, sin sobresalir frente a las demás.

En el primer año de estudio (1993) las parcelas con impacto moderado mantienen unas condiciones de cobertura de vegetación y compactación más favorables que las parcelas con impacto fuerte (que aún mantienen condiciones extremas para el asentamiento y germinación de nuevas especies). Esto permite que en las parcelas de impacto moderado el índice de distancias taxonómicas sea el mayor entre los años 1993-94.

A partir del segundo año (1994) las parcelas con impacto fuerte alcanzan mejores condiciones, permitiendo el asentamiento y colonización de nuevas especies. En este nivel de impacto, se manifiestan ahora los valores más altos en el índice de distancias taxonómicas.

De forma general, si se comparan los datos en el transcurso de los tres años (1993-1995) se puede concluir que cuanto más impactada está una parcela, mayores son los cambios en cuanto a su composición florística.

Estos resultados, unidos a los de cobertura de vegetación, pueden estar indicando que las parcelas con impacto moderado mantenían en el momento del cierre de la pradera, una superficie de cobertura de vegetación suficiente

para tamponar la compactación del suelo, en comparación con las de impacto fuerte, donde aparecen valores de compactación más elevados. Mayores valores de compactación implica mayor lavado de macronutrientes, indispensables para la germinación y desarrollo de la vegetación.

En cuanto a las variables físico- químicas, durante el primer año (1993) las parcelas situadas en las zonas de impacto fuerte y moderado presentan características físico-químicas semejantes entre sí y, diferentes de las parcelas de impacto leve.

Después de tres años de clausura, estas diferencias se van acortando. En el último año (1995) las parcelas de impacto fuerte se asemejan a las de impacto leve en 1993.

Se confirman variaciones en los valores de densidad aparente (compactación) en función del tiempo de clausura de la pradera y nivel de impacto (Stohlgren y Parson, 1986). Los valores de densidad aparente en las parcelas de impacto fuerte y moderado han disminuido de forma apreciable durante el período de clausura. Presentando ahora el suelo mejores condiciones para el asentamiento y crecimiento de la vegetación. Así mismo, fósforo y materia orgánica presentan variaciones en relación al nivel de impacto de la zona. Existe mayor proporción de materia orgánica y concentración de fósforo en las parcelas de impacto fuerte y leve aunque por motivos diferentes. Suponemos que en el caso de las parcelas de impacto fuerte, este hecho estaría en relación con la abundancia de detritus y restos de hogueras, y en el caso de las de impacto leve, relacionado con la conservación de estos suelos de mejor horizonte orgánico y menor degradación.

Otras variaciones como las concentraciones de manganeso y sodio, parece que están más relacionadas con la proporción de materia orgánica y cobertura de vegetación en las zonas de impacto leve, que con el tiempo de clausura.

En resumen, la clausura al uso recreativo durante determinados períodos de tiempo de ciertas zonas con fuertes impactos, se ha revelado como un método

eficaz de gestión para áreas naturales sometidas a cierta intensidad de visitas (Legg *et al.*, 1980; Stohlgren y Parson, 1986), pudiendo suplir a otros métodos de restauración más sofisticados y costosos. Incluso con condiciones meteorológicas desfavorables, se observa la recuperación del estrato vegetal herbáceo y de la diversidad biológica. Durante los primeros años aparecen especies pioneras, ruderales, de escaso valor palatable, aunque importantes en el proceso de sucesión que van dando paso a otras de mayores exigencias ecológicas, comunes en zonas levemente impactadas o sin impactar. Así mismo, se observa una disminución de los valores de compactación del suelo.

Se produce un desfase entre la velocidad de recuperación de la cobertura de la vegetación, y la recuperación de la diversidad biológica. La cobertura alcanza niveles óptimos en los tres años de clausura. La diversidad necesitaría algunos años más para conseguir este umbral.

## Capítulo 6

---

### *Recomendaciones aplicables a la gestión recreativa de las áreas naturales.*

---

## **1. Introducción.**

La sociedad actual ha experimentado un espectacular aumento en la planificación y desarrollo de todo tipo de actividades de ocio y recreo en los espacios naturales.

El recreo en la naturaleza ejerce un poderoso atractivo para una sociedad cada vez más urbana y alejada de los espacios silvestres. Este hecho se ve agudizado en la Comunidad de Madrid, con un crecimiento desordenado de sus concentraciones urbanas, donde no se han reservado lugares para nuevos espacios verdes, y los existentes se hallan ya saturados, no pudiendo hacer frente a la demanda actual.

La principal meta de la gestión recreativa debe ser la maximización de la satisfacción del usuario, siempre compatible con ciertas restricciones administrativas, presupuestarias y de recursos naturales.

El punto de partida para cualquier política recreativa coherente es marcarse unos objetivos de gestión. En el caso de Madrid, se echa en falta una marco normativo planificador. Unicamente se detectan algunas acciones en forma de normativa legal restrictiva, y con carácter puntual ciertas actuaciones de interés en la gestión recreativa de determinados enclaves. Sin embargo, se han



promocionado algunas actividades de alto impacto y dudoso beneficio económico, desatendiendo servicios recreativos públicos de carácter básico.

Si los objetivos de gestión no están bien definidos, intentar administrar cualquier territorio desde el punto de vista recreativo puede resultar una tarea imposible. Es necesario definir la tipología de uso o usos que ofrecen las áreas o espacios recreativos, que se ofertan o puedan ofertarse en el futuro.

Según sea el área de que se trate y en función de los objetivos de gestión establecidos, debe tratar de conseguirse los siguientes resultados:

- Definir la tipología de uso o usos que ofrecen los espacios naturales recreativos ofertados.
- Reducir los conflictos entre usos competitivos (conservación, recreo, actividades del sector primario).
- Prevenir y reducir los impactos de los visitantes.
- Aumentar la perdurabilidad de los recursos naturales.
- Maximizar las oportunidades recreativas de los visitantes.

Partiendo de estas premisas, y ante la amplitud y complejidad del problema, nuestro estudio, enmarcado en un tipo de actividades de recreo que hemos definido como “no extractivas”, quiere desarrollar unos criterios o recomendaciones de gestión dirigidas en dos sentidos: Los primeros, harán referencia a la gestión espacial del área, y los segundos, se referirán sobre todo al manejo de visitantes, si bien, los puntos de coincidencia e interrelación que existen entre ambos son múltiples.

## **1. 1. Gestión espacial de áreas de recreo.**

El aumento de la demanda recreativa en el medio natural de la Comunidad de Madrid, hace necesaria la realización de estudios acerca de su influencia, y más en concreto de las repercusiones en sus áreas recreativas, puntos donde se concentra la afluencia de visitantes.

### ***Nuevas áreas y servicios.***

Con carácter general, se debería tender a no homogeneizar las áreas de recreo. Las necesidades y motivaciones de los visitantes varían considerablemente de unos a otros. Aquéllos que buscan espacios libres, sin indicios de intervención humana, rechazan áreas de fácil acceso y estancia. Los demandantes de comodidades prefieren paisajes menos silvestres y áreas con mayores infraestructuras (Múgica, 1993; Gómez-Limón *et al.*, 1996).

Observando la Figura 2.2 con la ubicación de las áreas recreativas en el territorio de la Comunidad, se aprecian determinadas zonas con déficit de áreas.

Se debería potenciar la diversidad de recursos recreativos que ofrece el paisaje natural de la comunidad madrileña, promocionando el uso de ciertas áreas del sur y sureste de la Comunidad que en la actualidad están poco utilizadas, en especial gran parte de las graveras en desuso, podrían ser rehabilitadas para la realización de actividades recreativas. En general, es necesario regular la utilización de las zonas ribereñas, sotos y choperas, que actualmente atraen a un número importante de ciudadanos, y rehabilitar sus condiciones, en los casos en que sea preciso, para un óptimo disfrute de las mismas.

Es importante mantener las cualidades paisajísticas y naturales del lugar, que permitan desarrollar todo tipo de actividades, acercando al individuo al entorno. Cualquier red o sistema recreativo debe poseer entre sus características primordiales variabilidad y diversidad.

Las nuevas áreas recreativas deberán cubrir las expectativas de los usuarios, dotándolas de las infraestructuras precisas en cada caso, y siguiendo en su construcción criterios de “artificialidad naturalizada”, es decir, reconstruir mediante técnicas artificiales las condiciones naturales del medio más apreciadas (agua y vegetación), puestas de manifiesto en numerosos trabajos como poderosos atractores sobre los visitantes. Se primará su ubicación en torno a los núcleos urbanos.

La figura del Parque Periurbano es importante como forma alternativa o complementaria a la creación de nuevas áreas en las zonas del sur y suroeste de la Comunidad, más desfavorecidas en este tipo de servicios y con elevadas densidades de población. Estos equipamientos de recreo múltiple permiten el esparcimiento de los residentes de sus núcleos limítrofes, y al mismo tiempo se constituyen en centros alternativos y disuasorios de otras zonas con mayor valor ecológico. La “artificialidad naturalizada” de estos enclaves permite focalizar la demanda sin que se resienta el entorno.

En aquellas áreas recreativas donde se ha comprobado una elevada afluencia de personas, como es el caso de las “Dehesas de Cercedilla”, “Cerro del Pendón y Agregados”, “Chopera de Talamanca”, “Embalse de La Jarosa” y zona de “La Pedriza”, se deberían implementar nuevos servicios recreativos, con la instalación de un punto de información y otros recursos para el recreo como exposiciones exteriores o senderos autoguiados. Todo ello, debe repercutir en un mejor aprovechamiento de los recursos recreativos de la zona, y en último término, alcanzar un alto grado en la experiencia recreativa del visitante.

Mediante campañas informativas se deberían promover y publicitar con mayor intensidad las características, ubicación y recursos recreativos que ofrecen las áreas recreativas de la Comunidad. Estas campañas deberán incluir la realización de folletos, paneles y la creación de puntos de información en lugares estratégicos desde el punto de vista recreativo. En el año 1995 el Centro de Investigación “Fernando González Bernáldez”, diseñó y realizó un folleto divulgativo sobre estas áreas (ver Anexo IV).

### ***Seguimiento de impactos. Prevención, evaluación y restauración.***

Sería conveniente realizar seguimientos y controles periódicos sobre el estado de conservación de las áreas recreativas donde se han detectado elevados índices de pérdida de suelo. Esto, permitiría tomar medidas de carácter disuasorio o corrector, dependiendo de cada uno de los casos, puesto que los impactos producidos por este tipo de actividades, pueden estar en relación directa, tanto con las características ambientales del lugar, como con la frecuentación de visitantes. Es particularmente importante preservar aquellas áreas más frágiles de la afluencia masiva de visitantes, evitando los accesos con vehículo particular.

Las áreas naturales de especial interés, que se encuentran sometidas a una fuerte presión recreativa (como es el caso del área de "La Pedriza", clasificada legalmente como Reserva Natural), requieren una exhaustiva vigilancia con objeto de evitar su degradación y pérdida de diversidad biológica. Los impactos a veces no son conspicuos, siendo preciso aplicar controles finos a nivel de especie, en el caso de los pastizales naturales. El establecimiento de niveles de restricción en el acceso a determinadas zonas permitiría el mantenimiento de comunidades maduras.

En cuanto a las áreas que han alcanzado alto grado de deterioro, y se ubican en entornos naturales de fragilidad ecológica contrastada, pueden recuperar gran parte de sus condiciones primigenias, después de un tiempo de clausura al uso, y siempre que su grado de utilización se mantenga suficientemente bajo. El mantenimiento de las características ecológicas de estas áreas, vendrá propiciado más por el establecimiento de restricciones de uso (número de personas y tipo de utilización), que por técnicas de endurecimiento del entorno. Si estas áreas se ubican en ambientes que no presentan especiales condiciones de fragilidad ambiental (por ejemplo, áreas muy degradadas en las inmediaciones de Madrid capital o en el "suroeste" de la Comunidad), se pueden emplear técnicas de prevención más intervencionistas, de cara al endurecimiento del entorno para hacerlo más resistente a posibles daños, mediante irrigación, fertilización, plantación de especies vegetales más resistentes, enlosando ciertas zonas dentro del área recreativa, etc.

Los resultados obtenidos tras la clausura al público, y posterior recuperación de las condiciones naturales de áreas recreativas sometidas a intensos usos, hacen recomendable ésta estrategia de gestión como paso previo, y en combinación con un régimen de rotación en clausura-apertura, con turnos adaptados a las condiciones edáficas, biológicas, climatológicas y de frecuentación específicas para cada zona. Con ello se estaría en condiciones de ofrecer un modelo, capaz de reducir indefinidamente los perjuicios derivados de una explotación concentrada.

## ***1. 2. Gestión y manejo de visitantes.***

Con carácter general, consideramos imprescindible ahondar en el conocimiento de la percepción recreativa que tiene el visitante de un área. No todos los usuarios reaccionan de igual forma ante el medio físico y social en el que se desenvuelven. En ocasiones, resulta aún más interesante contrastar la percepción del visitante y el gestor. Se ha comprobado en varios estudios que las condiciones percibidas por el visitante como aceptables, no eran entendidas por el gestor como tales.

La frecuentación y utilización selectiva por los visitantes de distintas zonas del territorio, contribuyen a definir el espectro de oportunidades que se han de ofrecer y la combinación más adecuada que debe establecerse entre ellas, ayudando al mismo tiempo, a prever la forma en que pueden responder los visitantes a ciertas actuaciones específicas del gestor.

### ***Información y sensibilización.***

Las acciones de información y educación ambiental entre los visitantes de áreas naturales, es una de las herramientas más útiles que se dispone para influir y modificar sus comportamientos. Intensificando y ampliando el contacto con el público (visitantes reales y potenciales) se pueden resolver muchos problemas, y en cualquier caso, siempre resultará posible eludir otros.

Una medida a tener en cuenta sería la creación de centros de información específicamente ideados y dedicados a los usuarios recreativos en espacios naturales. Varios de estos centros se podrían ubicar en las rutas de salida de Madrid capital o en su área metropolitana. De esta forma el visitante en potencia puede informarse y planear anticipadamente su jornada recreativa de un modo más eficaz, encontrando allí todo el espectro de oportunidades y recursos de recreación disponibles en el territorio de la Comunidad, así le resultaría más fácil dirigirse a aquellas áreas que más se ajusten a sus gustos e intereses.

Estos centros brindarían también la oportunidad de sensibilizar al público en cuanto a la conducta adecuada a seguir y el respeto que merecen las áreas naturales. Para ello se les podría ayudar a interpretar correctamente conceptos básicos en Ecología, y otros propios y específicos del recreo en áreas naturales, incrementando su capacidad de percepción de algunas características de la zona (fauna, flora, geología, prácticas tradicionales del territorio). Con todo ello se aprovecharía el potencial recreativo del área, mejorando substancialmente la experiencia recreativa del visitante.

El desarrollo de niveles culturales de aprecio por la naturaleza precisa una oferta de calidad recreativa, acompañada de servicios educativos y divulgativos. El Centro de Investigación “Fernando González Bernáldez” está estudiando la posibilidad de utilizar los centros de información antes aludidos junto a los Centros de Visitantes ya existentes, para ofrecer programas sobre “*¿Dónde ir y qué hacer en el campo en Madrid?*”, que sean satisfactorios para los usuarios y compatibles con la conservación.

### ***Planificación.***

Es necesario planificar un nuevo mapa de uso recreativo de la naturaleza en Madrid. Se debe promover el uso de las áreas recreativas que en la actualidad aparecen infrautilizadas, descongestionando determinadas zonas de la Sierra de Guadarrama. En concreto, el área de “La Pedriza” presenta afluencias claramente desproporcionadas e incompatibles con su actual “estatus” legal (Reserva Natural dentro del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares). A pesar de las medidas que se han adoptado (límites en la entrada de vehículos motorizados) no se ha logrado reconducir la frecuentación de visitantes.

Los modelos predictores de frecuentación ofrecen información sobre la afluencia de visitantes, en este sentido, el manejo de la concentración de usuarios, deberá realizarse mejorando la accesibilidad del territorio a las zonas donde se desee focalizar la concentración de visitantes, o proporcionando información sobre áreas alternativas especialmente acondicionadas para recibir esta afluencia.

### ***Intervención y reglamentación.***

Cuando la afluencia de visitantes es excesiva y el nivel de deterioro del área ha superado los límites previamente aceptados (L.C.A.), la intensidad de uso para un área recreativa determinada o parte de ella, puede conseguirse mediante la reglamentación directa de dónde pueden ir los visitantes, cuándo pueden entrar y durante cuánto tiempo pueden permanecer. Este tipo de medidas estarán especialmente dirigidas hacia áreas de fragilidad ecológica contrastada, y que sufren una fuerte degradación.

Cualquier medida de carácter restrictivo siempre deberá ir acompañada de un exhaustivo análisis de todos los factores y componentes que se puedan ver afectados por la misma (medio físico y biológico, entorno económico y social). A continuación y en este mismo sentido se debería realizar una fuerte campaña de sensibilización y divulgación, acerca de las medidas que van a tomarse y los motivos que han concurrido para la ejecución de las mismas. La información deberá canalizarse a distintos niveles:

- Medios de comunicación (prensa, radio y televisión).
- Población local (charlas informativas, coloquios, exposiciones).
- Información "in situ" (folletos, paneles, puntos de información).



## *Capítulo 7*

---

### *Conclusiones generales.*

---

En referencia al uso recreativo en las áreas de uso intensivo (áreas recreativas) y extensivo en el territorio de la Comunidad de Madrid:

1. -Un total de 101 áreas recreativas en el territorio de la Comunidad de Madrid pueden clasificarse en 5 grupos atendiendo a 46 variables sobre sus características físicas y de accesibilidad. Los grupos son: "Sierra de Guadarrama-Ayllón", "Comarca Buitrago-Somosierra", "Pinares del Suroeste", "Ribéras" y "La Campiña". Estas áreas acogen alrededor de 2.800.000 visitas anuales en días de "fin de semana".
2. -La afluencia a las distintas áreas es desigual. En una muestra de 44 áreas, el 51% de los visitantes se concentra en cuatro, mientras que el otro 49% se reparte en las 40. También tienen gran importancia en cuanto al número de visitantes las áreas extensivas de uso difuso, ubicadas en la sierra de Guadarrama.
3. -Los grupos de áreas recreativas muestran diferencias estadísticamente significativas respecto al número de visitantes que reciben. Destacan por su elevada afluencia el grupo de la "Sierra de Guadarrama-Ayllón", de mayor tradición excursionista, y el grupo de "La Campiña", el más cercano a la ciudad de Madrid.

4. - Las variables de impacto “densidad de sendas”, “amplitud de la senda principal” y “pérdida de suelo”, mantienen correlaciones significativas con la frecuentación.
5. -Se detectan diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de áreas recreativas, en cuanto a la incidencia de los impactos ambientales, tanto si se consideran las variables de impacto de forma separada, como si se obtiene de forma aditiva un valor de impacto total. El grupo 2 “Comarca de Buitrago-Somosierra”, aparece como el menos impactado en contraposición con el grupo 5 “La Campiña”, donde se registran los mayores valores de impacto. Con carácter general, se puede afirmar que las características ambientales de las áreas recreativas las hacen más o menos sensibles ante los impactos causados por la presencia de usuarios. Del mismo modo, estas características influyen en el número de individuos que a ellas afluyen.
6. -Apenas existen diferencias significativas entre los valores de impacto tomados por los agentes forestales y los apreciados por los investigadores. Con estos resultados, se puede afirmar que la “ficha de estimación visual de impactos” es un instrumento fiable para establecer un sistema de seguimiento objetivo y consistente.

En relación al uso recreativo en el Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares:

7. -La presencia y distribución de visitantes en un espacio natural protegido, puede ser explicada en gran medida por determinadas variables físicas y biológicas del ambiente. En el caso del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares, la actividad recreativa se concentra preferentemente en áreas fácilmente transitables, con bosque de pino y lugares con agua para baño. La dispersión se ve favorecida por la existencia de sendas y la proximidad de agua potable.
8. -Una medida general de intensidad de uso recreativo viene dada por la acumulación de basuras, el porcentaje de suelo descubierto de vegetación y la cantidad de raíces de árboles expuestas.

En referencia directa al área de “La Pedriza” dentro del Parque Regional:

9. -El tránsito y estancia de visitantes en praderas destinadas al uso recreativo en el área de "La Pedriza", produce alteraciones en sus suelos y especies herbáceas, incluso antes de que este deterioro se haga patente por pérdida de cubierta vegetal. La diversidad biológica (índice de Shannon) en estas praderas, desciende desde valores medios de 4,533 bits en sectores periféricos, con escasa presencia de visitantes, a 2,836 bits en el sector central donde se concentran los individuos. En todas las praderas la riqueza de especies presentes en el sector periférico es siempre 3 o más veces superior al encontrado en el sector central.

10. -Al menos dos especies pueden ser consideradas indicadoras de lugares impactados en praderas de "La Pedriza" (*Spergularia rubra* y *Plantago coronopus*). Entre las especies indicadoras de praderas en buen estado encontramos *Ornithopus compressus*, *Chamaemelum mixtum* y *Plantago lanceolata*.

11. -Es posible establecer la abundancia de cada especie herbácea respecto a la compactación del suelo mediante un modelo de regresión polinómica. Observando la curva de abundancia de cada especie, se puede obtener los valores de compactación a partir de los cuales la pérdida de especies es grave. Esto permite inferir el Límite de Cambio Aceptable (L.C.A.) para que la pradera mantenga su valor ecológico permitiendo cierta intensidad de uso. En el caso de las praderas de "La Pedriza", los límites de compactación aceptables para los suelos sometidos a intenso uso recreativo deberían fijarse entre 1,1 y 1,3 g/cm<sup>3</sup>.

En cuanto al área del "Valle de La Barranca", así mismo en el interior del Parque Regional:

12. -Se ha comprobado, tras su clausura, la recuperación ambiental de una pradera de "La Barranca", sometida a intenso uso recreativo. Esta recuperación afecta tanto al estrato herbáceo, como a las características físicas del suelo. Este proceso es tanto más rápido, cuanto mayor era el grado de deterioro.

13. -La cobertura media de vegetación herbácea en las áreas más impactadas, pasó del 13,23% en 1993 al 78,60% en 1995. En estas mismas áreas, y en idéntico período de tiempo, el índice de diversidad biológica, pasó de 1,068

bits a 2,799 bits, en tanto que los valores de densidad aparente del suelo (compactación), se redujeron desde 1,37 g/cm<sup>3</sup> a 1,13 g/cm<sup>3</sup>.

14. -*Poa annua* y *Polygonum aviculare*, se muestran como especies importantes en el proceso de sucesión ecológica de la pradera, en las áreas de mayores impactos. Otras especies como *Trifolium dubium* y *Ornithopus compressus*, aparecen cuando las condiciones ambientales de estas áreas se muestran más favorables.

15. -Después de tres años de clausura, aún no se han recuperado, hasta alcanzar su óptimo, ni la cobertura de vegetación herbácea, ni la diversidad biológica. Estos valores óptimos podrían ser alcanzados en años sucesivos si se mantienen las condiciones de clausura.

16. -En general, se observa una consistencia en los resultados obtenidos en los distintos experimentos y escalas de análisis, desde el nivel de pradera hasta el conjunto de la Comunidad de Madrid, en relación a:

- .- Los tipos de impactos.
- .- El comportamiento de la afluencia.
- .- La demanda de recursos naturales recreativos.

---

## *Bibliografía*

- Aboal, J. L. 1982. Aspectos turísticos-recreativos de los espacios naturales. En: De Viedma, M. G.; Ortuño, F.; Fernández, J.G. y Aboal, J.L. (Eds). Planificación y Gestión de Espacios Naturales Protegidos, 153-186. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid.
- Alba, A. 1993. El caso del Parque Nacional de la Montaña de Covadonga. El Campo, 128: 121-140.
- Alba-Tercedor, J. y Sánchez-Ortega, A. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). Limnetica, 4: 51-56.
- Alldredge, R. B. 1973. Some capacity theory for parks and recreation areas. Trends, Otc., Now., Dec.: 20-30.
- Allué, J. L. 1966. Subregiones fitoclimáticas de España. Ministerio de Agricultura. I. F. I. E. Madrid.
- Andersen, U. 1995. Resistance of danish coastal vegetation types to human trampling. Biological Conservation, 71: 223-230.
- Armitage, P. D.; Moss, D.; Wright, J. F. y Furse, M.T. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. Water Resources, 17(3): 333-347.
- Armitage, P. D.; Pardo, I.; Furse, M. T. y Wright, J. F. 1990. Assessment and prediction of biological quality. A demonstration of a British macroinvertebrate-based method in two Spanish rivers. Limnetica, 6: 147-156.
- Ashor, J. L. 1985. Recreation management in the Bob Marshall Wilderness Complex: an application of the Limits of Acceptable Change concept and transactive planning theory. Missoula, MT. University of Montana. Thesis.
- Ashton, P. G. y Chubb, M. 1972. A preliminary study for evaluating the capacity of waters for recreational boating. Water Resource, 8 (3): 571-577.
- Austin, M. P. y Noy-Meir, I. 1971. The problem of non-linearity in ordenation: experiments with two gradients models. Journal of Ecology, 59: 763-773.
- Azqueta, D. (Coord). 1994. Valoración económica de la calidad ambiental. McGraw-Hill, Edit.
- Baird, I. A. E. y Ive, J. R. 1989. Using the Luplan (Land Use Planning Package to Implement the Recreation Opportunity Spectrum Approach to Park Management Planning. Journal of Environmental Management, 29: 249-262.
- Balkhan, E. y Khan, J. R. 1988. The value of changes in deer hunting quality: a travel cost approach. Applied Economics, 20: 533-539.

- Barton, M. A. 1969. Water pollution in remote recreational areas. Journal of Soil and Water Conservation, 24(4): 132-134.
- Bates, G. H. 1935. The vegetation of footpaths, sidewalks, cartracks and gateways. Journal Ecology, 23: 470-487.
- Batten, L. A. 1977. Sailing on reservoirs and its effect on water birds. Biological Conservation, 11: 49-58.
- Bayfield, N. G. 1979. Recovery of four montane helath communities on Cairngorm, Scotland, from disturbance by trampling. Biological Conservation, 15: 165-179.
- Belbin, L. 1984. Fuse: A fortran V program for agglomerative fusion for minicomputers. Computers and Geosciences, 10(4): 361-384.
- Belbin, L. 1992. PATN, Pattern analysis package. Division of Wildlife and Ecology. CSIRO. Australia.
- Bell, F. W. y Leeworthy, V. R. 1990. Recreational demand by tourists for Saltwater Beach Days. Journal of Environmental Economics and Management, 18: 189-205.
- Belmonte, M. D. 1986. Estudio de la flora y vegetación de la comarca y Sierra de las Corchuelas. Parque Natural de Monfragüe. Cáceres. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Complutense de Madrid.
- Benson, J. F. 1992. Public value for environmental features in commercial forests. Quarterly Journal of Forestry, 86(1): 9-17.
- Benzecri, J. P. 1970. L'analyse des données II. L'analyse des correspondances. Dunod. Paris.
- Bergstrom, J. C.; Stoll, J. R.; Titre, J. P. y Wright, V. L. 1990. Economics value of wetlands-based recreation. Ecological Economics, 2: 129-147.
- Bernáldez, F. G. 1985. Invitación a la Ecología humana. La adaptación afectiva al entorno. Tecnos, Madrid.
- Bernáldez, F. G. 1991. Diversidad biológica, gestión de ecosistemas y nuevas políticas agrarias. En: Pineda, F. D.; Casado, M. A.; de Miguel, J. M. y Montalvo, J. (Eds.), Diversidad Biológica/Biological Diversity, 23-31. Fund. Areces-SCOPE-WWF, Madrid.
- Bernáldez, F. G. y Gallardo, D. 1989. Determinación de los factores que intervienen en las preferencias paisajísticas. Arbor, 518-519: 15-44.
- Bernáldez, F. G.; Morey, M. y Velasco, F. 1969. Influences of *Quercus ilex rotundifolia* on the herb layer at the El Pardo woodland (Madrid). A multivariate approach to community structure, diversity and environmental factors. Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, 67: 265-284.



- Bernáldez, F. G.; Parra, F. y Quintas, M. A. 1981. Environmental preferences in outdoor recreation areas in Madrid (Spain). Journal of Environmental Management, 13: 13-26.
- Bibelriether, H. 1990. Partnerschaft statt konfrontation: Naturschutz und Tourismus im Nationalpark Bayerischer Wald. Landlicher Wandel in Europa. Forschungsprogramm über Agrarstrukturen und Mehrfachbeschäftigung, Kolloquium in Waldkirchen, 18-21 september 1988.
- Blanco, R. 1995. El turismo como motor de desarrollo rural. Revista de Estudios Agro-sociales, 19: 119-148.
- Blanco, R. 1996. Los nuevos productos turísticos y su contribución al desarrollo sostenible en espacios naturales protegidos. IV Jornadas de Turismo. "El turismo en espacios naturales protegidos". Avila 15, 16, 17 de marzo, Junta de Castilla y León.
- Bockstael, N. E.; Strand, I. E. y Hanemann, W. M. 1987. Time and recreational demand model. American Journal of Agricultural Economics, 69: 293-302.
- Boden, R. 1977. Ecological aspects of outdoor recreational planning. En: Mercer, D. (Ed). Leisure and recreation in Australia, Sorrett, Melbourne.
- Bratton, H.; McCully, W. G.; Taylor, U. M. y Box, J. E. 1966. Influence of soil compaction on emergence and first-year growth of seeded grasses. Journal of Range Management, 19: 118-121
- Bratton, S. P.; Hickler, M. G. y Graves, J. H. 1978. Visitor impact on backcountry campsites in Great Smoky Mountains. Environmental Management, 22: 431-442.
- Bray, J. R. y Curtis, J. T. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. Ecological Monograph, 27: 325-349.
- Brewer, L. y Berrier, D. 1984. Photographic techniques for monitoring resource change at backcountry sites. USDA Forest Service, General Technical Report NE-86. 13 pp.
- Brown, G. y Mendelsohn, R. 1984. The hedonic travel cost method. Review of Economics and Statistics, LXVI(3): 427-433.
- Brown, J. H.; Kalisz, S. P. y Wright, W. R. 1977. Effects of recreational use on forested sites. Environmental Geology, 1: 425-431.
- Brown, P. J.; Driver, B. L. y McConnell, C. 1978. The opportunity spectrum concept and behavioral information in outdoor recreation resource supply inventories: Background and application. En: Lund, G. H. et al., (Coords.). Proceedings of Integrated Inventories of Renewable Natural Resources. USDA Forest Service, General Technical Report RM-55. Fort Collins, Colorado: Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.

- Brown, P. J. y Haas, G. E. 1980. Wilderness recreation experiences: The Rawah case. Journal of Leisure Research, 12: 229-241.
- Bruch, W. R. y Werger, W. D. 1967. The social characteristics of participants in three styles of family camping. USDA Forest Service, Research Paper PNW-48, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, Portland (Oregon).
- Buckley, G. P. 1991. Perspectives in management gestion. London.
- Buhyoff, G. J.; Williams, J. B. y Klemperer, W. B. 1981. Gravity model formulation for an extensive National Parkway Site. Environment Management, 5(3): 253-262.
- Burch, W. R. 1981. The ecology of metaphors spacing regularities for humans and others primates in urban wildland habitats. Leisure Sciences, 4(3): 213-230.
- Burden, R. F. y Randerson, P. F. 1972. Quantitative studies of the effects of human trampling on vegetation as an aid to the management of seminatural areas. Journal of Applied Ecology, 9: 439-457.
- Bureau of Outdoor Recreation (BOR). 1967. Outdoor Recreation Trends. US Government Printing Office Washington. D.C.
- Bury, R. L. 1976. Recreation carrying capacity-hypothesis or reality?. Parks and Recreation, 11: 22-25 y 56-58.
- Cambridge Economic Consultants. 1993. Tourism resources in Eastern Europe: problems and prospects for cooperation. Study for CEC XXII. PA Cambridge Economic Consultants, CEC, Luxembourg.
- Campos, P. y Riera, P. 1996. Rentabilidad social de los bosques. Recursos, Ambiente y Sociedad, 751: 47-62.
- Campos, P.; Riera, P.; de Adres, R. y Urzainqui, E. 1996. Valores comercial y ambiental de la dehesa. El valor económico total de Monfragüe. En: Azqueta, D. y Pérez, L. (Eds.). El valor económico de los servicios recreativos de los espacios naturales. McGraw-Hill. Madrid.
- Carhart, A. H. 1961. Planning for america's wildlands: A handbook for land-use planners, managers and executives, committee and commission members, conservation leaders, and all who face problems of wildland management. Natl. Aud. Soc. et al. Harrisburg.
- Casado, M. A. 1987. Organización espacial y temporal de pastos mediterráneos en respuesta a perturbaciones mecánicas e incendios. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- Casado, M. A.; Peco, B.; Levassor, C.; Castro, I. y Pineda, F. D. 1988. Structural changes following experimental disturbances in mediterranean pastures communities. En: During, H. J.; Werger, M. J. A. y Willems, H. J. (Eds.), Diversity and pattern in plant communities, 159-164 pp. Academic Pub., La Haya.

- C. E. H. (Centro de Estudios Hidrográficos). 1990. Indicadores biológicos en la cuenca del río Tajo. Informe Final. MOPU, CEDEX, Madrid.
- CEOTMA, 1981. Los espacios de ocio en la ordenación del territorio. Monografías nº 13. MOPU.
- Cesario, F. J. 1980. Congestion and the valuation of recreation benefits. Land Economic, 56: 329-338.
- Christensen, J. B. 1985. A revised Clawson method: one part solution to multidimensional disaggregation problems in recreation evaluation. Journal of Environmental Management, 20(4): 321-333.
- Clark, R. y Stankey, G. 1979. The recreation opportunity spectrum: a framework for planning, management and research. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, General Technical Report, PNW-98. Seattle.
- Clawson, M. 1959. Methods of measuring the demand for and value of outdoor recreation. Reprint N° 10. Resources for the Future. Inc. Washington. D. C.
- Clawson, M. y Knetsch, J. L. 1966. Economics of Outdoor Recreation. Johns Hopkins Press. Baltimore.
- Cohen, S. 1978. Environmental load and the allocation of attention. En: Baum, A.; Singer, J. E. y Valins, S., (Eds.). Advances in Environmental Psychology, vol. 1, Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Cole, D. N. 1977. Man's impact on wilderness vegetation: an example from Eagle Cap Wilderness, northeastern Oregon. PhD dissertation, University of Oregon, Eugene, Oregon.
- Cole, D. N. 1978. Estimating the susceptibility of wildland vegetation to trailsaide alteration. Journal of Applied Ecology, 15: 281-286.
- Cole, D. N. 1979. Reducing the impact of hikers on vegetation: an application of analytical research methods. En: Proceedings: recreational impact on wildlands. USDA Forest Service, Pacific Northwest Region, Seattle, Washington.
- Cole, D. N. 1982a. Controlling the spread of campsites at popular wilderness destinations. Journal of Soil and Water Conservation, 37(5): 291-294.
- Cole, D. N. 1982b. Wilderness campsite impacts: effect of amount of use. USDA Forest Service, Research. Paper INT-284. Intermountain Research Station, Ogden, Utah. 34 pp.
- Cole, D. N. 1983a. Campsite conditions in the Bob Marshall Wilderness, Montana. USDA Forest Service, Research Paper INT-312.
- Cole, D. N. 1983b. Monitoring the conditions of wilderness campsites. USDA Forest Service, Research Paper INT-302. Ogden, Utah, 10 pp.
- Cole, D. N. 1985. Recreational trampling effects on six habitat types in western Montana. USDA Forest Service, Research Paper INT-350. 43 pp.

- Cole, D. N. 1987. Effects of three seasons of experimental trampling on five montane forest communities and a grassland in western Montana, USA. Biological Conservation, 40: 219-244.
- Cole, D. N. 1989. Area of vegetation loss: A new index of campsite impact. USDA Forest Service, Research Note INT-389. Intermountain Research Station, Ogden, Utah. 5 pp.
- Cole, D. N. 1990. Wilderness management: Has it come of age?. Journal of Soil and Water Conservation, 45(3): 360-364.
- Cole, D. N. 1993. Minimizing conflict between recreation and nature conservation. En: Smith, D. S. y Hellmund, P. C. (Eds.). Ecology of Greenways, 105-122. University of Minnesota Press.
- Cole, D. N. y Fichtler, R. K. 1983. Campsite impact on three western wilderness areas. Environmental Management, 7(3): 275-288.
- Cole, D. N. y Marion, J. L. 1988. Recreation impacts in some riparian forests of the eastern United States. Environmental Management, 12(1): 99-107.
- Cole, D. N. y Ranz, B. 1983. Temporary campsite closures in the Selway-Bitterroot Wilderness. Journal of Forestry, 81: 729-732.
- Collins, M. 1993. Saving Snowdonia. The Great Outdoor, 15.
- Collins, R. y Hodge, I. 1984. Clustering visitors for recreation management. Journal of Environmental Management, 19(2): 147-158.
- Colmenares, R. y De Miguel, J. M. 1996. Respuesta de los pastos mediterráneos a la aplicación de los preparados biodinámicos: Productividad, calidad y valor natural. En: Actas del II Congreso de la Sección Española de Agricultura Ecológica. (En prensa).
- Comunidad de Madrid. 1984. Mapa de Formaciones Vegetales y Usos Actuales del Suelo. 1: 200.000. Consejería de Agricultura y Ganadería.
- Comunidad de Madrid. 1985a. Directrices de Ordenación Territorial. Consejería de Ordenación del Territorio, Medio Ambiente y Vivienda. Madrid.
- Comunidad de Madrid. 1985b. Mapa Fisiográfico de Madrid. 1: 200.000. Consejería de Agricultura y Ganadería. Madrid.
- Comunidad de Madrid. 1989. Mapa de la Comunidad de Madrid. 1: 200.000. Consejería de Educación. Madrid.
- Comunidad de Madrid. 1990a. Propuestas de alternativas para la creación de un parque en el Alto Lozoya. Agencia de Medio Ambiente.
- Comunidad de Madrid. 1990b. Mapa de Carreteras y Distancias Kilométricas entre las Distintas Localidades de la Comunidad de Madrid. 1: 200.000. Consejería de Política Territorial.

- Comunidad de Madrid. 1995a. Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares. Período 1995-1998. Agencia de Medio Ambiente. Consejería de Cooperación. Madrid.
- Comunidad de Madrid. 1995b. Plan de Uso Público del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares. (9 Tomos). Agencia de Medio Ambiente.
- Comunidad de Madrid. 1996. Valoración económica integral de los ecosistemas forestales: Aplicación a la Comunidad de Madrid (ECOVAL). TRAGSATEC, U. D. de Planificación y Proyectos, ETSI de Montes. UPM. Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Regional.
- COPLACO. 1975. Plan Especial de Protección del Medio Físico de la Provincia de Madrid. Ministerio de la Vivienda. Madrid.
- COPLACO. 1976. Trabajos Técnicos para el Estudio Sectorial de Actividades al Aire Libre. Tomo I. Ministerio de la Vivienda. Madrid.
- COPLACO. 1980a. Plan de Actuaciones Inmediatas, Sierra Centro. 10 vols. Ministerio de la Vivienda. Madrid.
- COPLACO. 1980b. Atlas Climatológico Básico de la Subregión de Madrid. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid.
- Cordier, B. 1965. L'analyse factorielle des correspondances. These 3<sup>er</sup> Cycle. Rennes.
- Costa, M. 1978. Contribución al estudio de la flora y vegetación de la Alcarria de Cuenca. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Complutense de Madrid.
- Countryside Commission. 1992. Visitors to the countryside. Natour, 9: 11-27.
- Chavas, J. P.; Stoll, J. y Sellar, C. 1989. On the commodity value of travel time in recreation activities. Applied Economics, 21(5): 711-722.
- Dale, D. R. y Weaver, T. 1974. Trampling effects on vegetation on the trail corridors of North Rocky Mountain Forests. Journal of Applied Ecology, 11: 761-72.
- Dawson, J. O.; Countryman, D. W. y Fittin, R. R. 1978. Soil and vegetation patterns in northeastern Iowa campgrounds. Journal of Soil and Water Conservation, 33: 39-41.
- De Gracia, S. 1962. Of time, work and leisure. Twentieth Century Fund. New York.
- De Lucio, J. V. 1995. Aspectos ecológicos y económicos del uso turístico de los espacios naturales protegidos. En: Actas del Congreso de Turismo Rural y Turismo Activo, 215-223. Avila 31 de marzo, 1 y 2 de abril. Junta de Castilla y León.

- De Lucio, J. V.; Gómez-Limón, J.; Ramírez, L.; García Avilés, J. y Colmenares, R. 1992. El estado de conocimiento del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares: bases ecológicas para la conservación. Serie Documentos nº 2 del Centro de Investigación "Fernando González Bernáldez".
- De Lucio, J. V. y Múgica, M. 1990. Percepción ambiental en los Parques Nacionales. Interpretación y gestión para la conservación. ICONA.
- De Pablo, C. L.; Peco, B.; Galiano, E. F.; Nicolás, J. P. y Pineda F. D. 1982. Space-time variability in Mediterranean pastures analyzed with diversity parameters. Vegetatio, 50: 113-125.
- De Terán, F. 1972. Notas sobre la "Ciudad Verde" del Jarama. Estudio inédito del GATEPAC. Ciudad y Territorio, 4: 35-39.
- Del Moral, R. 1979. Predicting human impact on high elevation ecosystems. En: Proceeding: recreational impact on wildlands. USDA Forest Service, Pacific Northwest Region, Seattle, Washington.
- Depuit, J. 1844. De la mesure de l'utilité des travaux publics. Paris.
- Díaz Pineda, F. 1975. Estudio numérico del matorral del área de Cercedilla y Navacerrada (Sierra de Guadarrama). Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Sevilla.
- Díaz Pineda, F.; García Novo, F. y Bernáldez, F. G. 1973. Terrestrial ecosystems adjacent to large reservoirs. Ecological survey and impact diagnosis. International Commission on large dams, XI Congress. Centro de Estudios Hidrográficos. Madrid.
- Dickman, M. y Dorais, M. 1977. The impact of human trampling on phosphorus loading to a small lake in Gatineau Park, Quebec, Canada. Journal of Environmental Management, 5: 335-344.
- Diputació de Barcelona. Area d'Agricultura i Medi Natural. 1986. Estudio de la afluencia de visitantes al Parque Natural del Montseny (Reserva de la Biosfera). Informe del Servei de Parcs Naturals.
- Ditton, R. B. 1974. Water resources management and carrying capacity applications. Proceeding of the Sixth Recreational Management Institute. Texas A&M University. Texas.
- Dorrance, M. J.; Savage, P. J. y Huff, D. E. 1975. Effects of snowmobiles on white-tailed deer. Journal of Wildlife Management, 39: 563-569
- Dotzenko, A. D.; Papamichos, N. T. y Romine, D. S. 1967. Effects of recreational use on soil and moisture conditions in Rocky Mountain National Park. Journal of Soil and Water Conservation, 22: 196-197.
- Draper, N.R. y Smith, H. 1966. Applied regression analysis. Wyley. New York.

- Driver, B. y Brown, P. J. 1978. Contribution of behavioral scientists to recreation resource management. Human Behavior and Environment, 6: 307-339.
- Drogin, E.; Graefe, A.; Alan, R. y Jerry, J. 1986. A citation index for the recreation impact/carrying capacity literature: a descriptive analysis and demonstration. Unpublished paper on file at: University of Maryland, Department of Recreation, College Park, MD.
- Duffus, D. y Dearden, P. 1990. Non-consumptive wildlife-oriented recreation: A conceptual framework. Biological Conservation, 53: 213-231.
- Dulton, I. 1992. National parks and nature conservation in Japan. Australian Parks and Recreation, 28: 28-39
- Easterbrook, A. L. 1968. The effects of soil compaction on the occurrence of vegetatively reproducing plants in campsites. Master's Thesis, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan.
- Emberger, L. 1955. Une classification biogéographique des climats. Rev. Trav. Lab. Bot. Fac. Sci. Montpellier, 7: 3-43.
- Faith, D. P.; Minchin, P. R. y Belbin, L. 1987. Compositional dissimilarity as a robust measure of ecological distance. Vegetatio, 69: 57-68.
- Ferguson, M. S. y Keith, L. B. 1982. Influence of nordic skiing on distribution of moose and elk in Elk Island National Park, Alberta. Canadian Field Naturalist, 96: 69-78.
- Fernández, F. 1988. Estudio florístico y fitosociológico del Valle del Paular (Madrid). Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidad Complutense de Madrid.
- Fernández, M. D. 1993. Estudio comparativo de la vegetación leñosa de un área representativa de la sierra del Guadarrama. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidad Complutense de Madrid.
- Fichtler, R.K. 1980. The relationship of recreational impacts on backcountry campsites to selected Montana habitat types. Master's Thesis, University of Montana, Missoula, Montana.
- Fisher, R. A.; Gorbet, A. S. y Willians, C. B. 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. Journal of Animal Ecology, 12: 42-58.
- Flohn, H. 1968. Clima y tiempo.
- FNNPE. 1993. Loving them to death?. The need for sustainable tourism in Europe's nature and national parks. Final Report to the European Commission, FNNPE (Federation of Nature and National Parks of Europe). Grafenau, Germany.

- Freeman III, A. M. 1993. The measurement of environmental and resources values: Theory and methods. Resources for the Future, Washington.
- Frenkel, R.E. 1970. Ruderal vegetation along some California roadsides. University of California Public Geography, 20: 1-163.
- Frissell, S. S., Jr. 1978. Judging recreation impacts on wilderness campsites. Journal of Forestry, 76: 481-483.
- Frissell, S. S., Jr. y Duncan, D. P. 1965. Campsite preference and deterioration in the Quetico-Superior Canoe Country. Journal of Forestry, 65: 256-260.
- Frissell, S. S., Jr.; Lee, R. G.; Stankey, G. H. y Zube, E. H. 1980. A framework for estimating the consequences of alternative carrying capacity levels in Yosemite Valley. Landscape Planning, 7: 151-170.
- Frissell, S. S., Jr. y Stankey, G. H. 1972. Wilderness environmental quality: search for social and ecological harmony. En: Proceeding of the 1972 national convention, 170-183; 1972 October 1-5; Hot Springs, AR. Washington, D.C. Society of American Foresters.
- García, A. 1979. Criterios para la ordenación de la oferta de espacios de ocio. En: Diputación Provincial de Madrid (Ed.). I Jornadas Técnicas Internacionales de Paisajismo, 159-172. Manzanares el Real. Madrid 1977.
- García Novo, F. 1968. Aplicación de tres diferentes métodos de análisis al estudio conjunto de la vegetación y de los factores ambientales de un pasto en Rodas Viejas (Salamanca). Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidad Complutense de Madrid.
- García Novo, F. 1974. Efectos de los visitantes sobre los ecosistemas naturales. I Curso de Conservación de la Naturaleza. E.T.S.I.M. Universidad Politécnica. Madrid.
- Garn, H.S. y Parrot, H. A. 1976. Lake management tools in the lake states national forests. USDA Forest Service, Region 9. Milwaukee, Wis.
- Garrido, A.; Gómez-Limón, J.; De Lucio, J. V. y Múgica, M. 1994. Aplicación del método del coste del viaje a la valoración de "La Pedriza" en el Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares en la provincia de Madrid. En: Azqueta, A. (Ed.). Valoración económica de la calidad ambiental, 122-130. McGraw Hill. Madrid.
- Garrod, G. y Willis, K. 1992. The amenity value of woodland in Great Britain: A comparison of economic estimates. Environmental and Resource Economics, 2: 415-434.
- Gauch, H.G. y Wentworth, T.R. 1976. Canonical correlation analysis as an ordination technique. Vegetatio, 33(I): 17-22.
- Geist, V. 1978. Behavior. En: Schmidt, J. L. y Gilbert, D. L. (Eds.). Big game in North America: Ecology and management. Stackpole Books, Harrisburg.



- Gómez, E. 1985. Estudio del área en torno al nacimiento del río Cuervo. Fundación Conde del Valle de Salazar. E.T.S. de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.
- Gómez-Limón, J. y de Lucio, J.V. 1995. "Uso de áreas recreativas en espacios naturales de entornos metropolitanos". Actas del II Symposium sobre espacios naturales en áreas metropolitanas y periurbanas. Patronat Metropolità. Parc de Collserola. Barcelona 25, 26, 27 octubre 1995. (en prensa).
- Gómez-Limón, J. y García Avilés, J. 1992. Estudio del impacto de las actividades recreativas en dos cauces fluviales del Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares (área de La Pedriza). Serie Documentos nº 5. Centro de Investigación "Fernando González Bernáldez". Soto del Real. Madrid.
- Gómez-Limón, J.; Múgica, M.; Medina, L y de Lucio, J.V. 1994. Áreas recreativas en la Comunidad de Madrid. Afluencia de visitantes y actividades desarrolladas. Serie Documentos nº 14. Centro de Investigación "Fernando González Bernáldez". Soto del Real. Madrid.
- Gómez-Limón, J.; Múgica, M.; Muñoz, C. y de Lucio, J.V. 1996. Uso recreativo de los espacios naturales de Madrid. Frecuentación, características de los visitantes e impactos ambientales. Serie Documentos nº 19. Centro de Investigación "Fernando González Bernáldez". Soto del Real. Madrid.
- Goodrich, J. y Berger, J. 1994. Winter recreation and hibernating black bears *Ursus americanus*. Biological Conservation, 67: 105-110.
- Granell, M.A. y Biescas, J.A. 1993. Influencia de los Parques Nacionales en el desarrollo económico del entorno. El caso de Ordesa y Monte Perdido. El Campo, 128: 107-119.
- Green, R. H. 1979. Sampling design and statistical methods for environmental biologist. John Wiley and Sons, New York.
- Halstead, J. M.; Lindsay, B. E. y Brown, C. M. 1991. Use of the Tobit Model in contingent valuation: Experimental evidence from the Pemigewasset Wilderness Area. Journal of Environmental Management, 33: 79-89.
- Hammit, W. E. 1981. The familiarity preference component of on site recreational experiences. Leisure Sciences, 4(2): 177-193.
- Hammit, W. E. y Cole, D. N. 1987. Wildland recreation. Ecology and management. John Wiley & Sons. New York.
- Hammit, W.E. y Madden, M.A. 1989. Cognitive dimensions of wilderness privacy: A field test and further explanation. Leisure Sciences, 11(4): 11-15.

- Harris, C. C.; Driver, B. L. y McLaughlin, J. W. 1989. Improving the contingent valuation method: a psychological perspective. Journal of Environmental Management, 31: 19-28
- Hartley, E. A. 1976. Man's effects on the stability of alpine and subalpine vegetation in Glacier National Park, Montana. PhD dissertation, Duke University, Durham, North Carolina.
- Hartig, T.; Mang, M. y Evans, G. W. 1991. Restorative effects of natural environment experiences. Environment and Behavior, 23: 3-26.
- Helgath, S. F. 1975. Trail deterioration in the Selway-Bitterroot Wilderness. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Research Note INT-193. Ogden, UT. Intermountain Forest and Range Experiment Station.
- Hellerstein, D. 1993. Intertemporal data and travel cost analysis. Environmental and Resources Economics, 3: 193-207.
- Hendee, J. C.; Catton, W. R.; Marlow, L. D. y Brockman, F. C. 1968. Wilderness users in the Pacific Northwest, their characteristics, values and management preferences. USDA Forest Service, Research Paper PNW-61, 92 pp.
- Hendee, J. C. y Harris, R. W. 1970. Forester's perception of wilderness user attitudes and preferences. Journal of Forestry, 68(12): 759-762.
- Hensher, D. A. y Truong, T. T. 1985. Valuation of travel time savings: A direct experimental approach. Journal of Transport Economics and Policy, XIX: 237-262.
- Hernando, V. y Sánchez-Conde, P. 1954. Estudio del pH en suelos de distintas características. Anales de Edafología y Fisiología Vegetal, 13: 737-766.
- Herrington, R. B. y Beardsley, W. G. 1970. Improvement and maintenance of campground vegetation in central Idaho. USDA Forest Service, Research Paper INT-87, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Ogden (Utah).
- Hickman, S. 1990. Evidence of edge species attraction to nature trails within deciduous forest. Natural Areas Journal, 10(1): 3-5.
- Hill, M O. y Gauch, Jr. H. G. 1980. Detrended correspondence analysis: An improved ordination technique. Vegetatio, 42: 47-58.
- Hobbs, R. J. y Mooney, H.A. 1985 Community and population dynamics of serpentine grasslands annuals in relation to gopher disturbance. Oecologia, 67: 342-351.
- Hof, J. G. y King, D. A. 1992. Recreational demand by tourists for Saltwater Beach Days: Comment. Journal of Environmental Economics and Management, 22: 281-291.

- Holmes, D. O. y Dobson, H. E. 1976. Ecological carrying capacity research: Yosemite National Park. I The effect of human trampling and urine on backcountry use and the ecological carrying capacity of wilderness. U.S. Department of Commerce National Information Service., Springfield, Virginia.
- Hylgaard, T. y Liddle, M. J. 1981. The effect of human trampling on a sand dune ecosystem dominated by *Empetrum nigrum*. Journal of Applied Ecology, 18: 559-569.
- ICONA, 1974. Estudios básicos para una ordenación integral. Montes de Cercedilla y Navacerrada. Monografía 1. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- ICONA, 1975. El Medio Natural en la Planificación del Desarrollo. Monografía 14. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- Izco, J. 1984. Madrid verde. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Comunidad de Madrid. Madrid.
- Jackson, E. L. 1986. Outdoor recreation participation and attitudes to the environment. Leisure Studies, 5: 1-23.
- Jones, D. H. 1978. Effects of high soil density on seedling root growth of seven northwestern tree species. USDA Forest Service, Research Note PNW-112. Portland, Oregon. 6 pp.
- Jubenville, A. 1971. A test of differences between wilderness recreation party leaders and party members. Journal of Leisure Research, 3: 116-119.
- Jubenville, A. y Becker, R. H. 1983. Outdoor recreation management planning: contemporary schools of thought. University of Alaska. Unpublished manuscript. Fairbanks.
- Kacprzynski, F. T. 1990. Condominium development in the White Mountains. How will it impact recreation management on the White Mountain National Forest. USDA Forest Service, General Technical Report NE-145. Northeastern Forest Experiment Station.
- Kaplan, R. 1977. Patterns of environmental preference. Environmental and Behavior, 9(2): 195-216.
- Kaplan, R. 1984. Wilderness perception and psychological benefits: An analysis of a continuing program. Leisure Sciences, 6(3): 271-290.
- Kaplan, S. y Talbot, J. F. 1983. Psychological benefits of wilderness experience. Human Behavior and Environment, 6: 163-204.
- Kealy, M. J. y Bishop, R. C. 1986. Theoretical and empirical specification issues in travel cost demand studies. American Journal of Agriculture Economics, 68: 660-667.

- Keller, V. 1989. Variation in the response of great crested grebes *Podiceps cristatus* to human disturbance- A sign of adaptation?. Biological Conservation, 49: 31-45.
- Kenetsch, J. L. 1963. Outdoor recreation demand and benefits. Land Economics, 39(4): 387-396.
- Kenetsch, J. L.; Rebrown H. A. y Hansen, W. J. 1976. Estimating expected use and value of recreation sites. En: Gearing, C.; Swart, W. y Var, T. (Eds). Planning for tourism development, quantitative approaches, 103-115. Praeger Publishers, NY.
- King, J. G. y Mace, A. C. 1974. Effects of recreation on water quality. Journal of the Water Pollution Control Federation, 46: 2453-2459.
- Knopf, R.C. 1987. Human Behavior, cognition and effect in the natural environment. En: Stokols, D. y Altman, I. (Eds.). Handbook of Environmental Psychology, 783-825 (2 vol.), N.Y. John Wiley.
- Knudson, D. M. 1984. Outdoor Recreation. MacMillan Publishing Company. New York.
- Koch, N. E. y Kennedy, J. J. 1991. Multiple use forestry for social values. Ambio, 20 (7): 330-333.
- Kruskal, J. B. y Carmore, F. 1979. Nonmetric multidimensional Scaling: a numerical method. Psychometrika, 29: 115-129.
- Kruskal, J. B. y Wish, M. 1978. Multidimensional Scaling. Beverley Hills. Sage.
- Kruskal, W. H. 1952. A nonparametric test for the several sample problem. Ann. Math. Statist., 10: 275-287.
- Kruskal, W. H. y Wallis, W. A. 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis. J. Amer. Statist. Ass., 47: 583-621.
- Krutilla, J. V. y Fisher, A. C. 1975. The Economics of Natural Environments. The Johns Hopkins University Press. Baltimore.
- Kubiëna, W. L. 1953. The soils of Europe. Illustrate diagnosis and systematics. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
- Kuss, F. R. 1983. Hiking boot impacts on woodland trails. Journal of Soil and Water Conservation, 38(2): 119-121.
- Kuss, F. R. 1986. A review of mayor factors influenging plant responses to recreation impacts. Environmental Management, 10(5): 637-650.
- Lance, N. A.; Baugh, I. D. y Love, J. A. 1985. Continued footpath widening in the Cairngorm Mountains, Scotland. Biological Conservation, 49: 201-214.

- LaPage, W. F. 1967. Some observations on campground trampling and ground cover response. USDA Forest Service, Research Paper NE-68. Northeastern Forest Experiment Station, Upper Darby, (Pennsylvania).
- Lappalainen, A.; Hildén, M. y Leinonen, K. 1994. Acidification and recreational fisheries in Finland: a mail survey of potential impacts. Environmental Management, 18(6): 831-840.
- Lebart, L. y Fenelon, J. P. 1971. Statistique et informatique appliquées. Dunod, Paris.
- Legendre, L. y Legendre, P. 1979. Ecologie numerique. Le traitement multiple des données ecologiques. Masson. Paris.
- Legg, M.; Farnham, K. y Miller, E. 1980. Soil restoration on deterioration campsites in Texas. Southern Journal of Applied Forestry, 4(4): 189-193.
- Levassor, C.; Ortega, M. y Peco, B. 1990. Seed bank dynamics of Mediterranean pastures subjected to mechanical disturbance. Journal of Vegetation Science, 1: 339-344.
- Levassor, C.; Pineda, F. D. y Bernáldez, F. G. 1981. Tipología de pastizales en relación con el relieve: la sierra del Castillo (Madrid). Pastos, 11(3):45-68.
- Liddle, M. J. 1975. A selective review of the ecological effects of human trampling on natural ecosystems. Biological Conservation, 7: 17-36.
- Liddle, M. J. 1991. Recreation ecology: effects of trampling on plants and corals. Tree, 6(1): 13-17.
- Liddle, M. J. y Greig-Smith, P. 1975. A survey of tracks and paths in a sand dune ecosystem. Journal of Applied Ecology, 12: 893-940.
- Liddle, M. J. y Moore, K. G. 1974. The microclimate of sand dune tracks: The relative contribution of vegetation removal and soil compression. Journal of Applied Ecology, 11: 1057-1068.
- Lime, D. W. 1970. Research for determining use capacities of the Boundary Waters Canoe Area. Naturalist, 21: 8-13.
- Lioukas, S. K. 1982. Choice of travel mode and the value of time in Greece. Journal of Transport Economics and Policy, XVI: 161-180.
- Lockaby, B. G. y Dunn, B.A. 1984. Camping effects on selected soil and vegetative properties. Journal of Soil and Water Conservation, 39: 215-216.
- Loomis, J. B. 1993. An investigation into the reliability of intended visitation behaviour. Environmental and Resource Economics, 3: 183-191.
- Lott, D. y McCoy, M. 1995. Asian rhinos *Rhinoceros unicornis* on the run?. Impact of tourist visit on one population. Biological Conservation, 73: 23-26.

- Lucas, R. C. 1964. Wilderness perception and use: The example of the Boundary Canoe Area. Natural Resources Journal, 3(1): 394-411.
- Lucas, R. C. 1979. Perceptions of non-mototized recreational impacts: a review of research findings. En: Ittner, R. (Eds). Recreational impact of Wildlands: Conference proceedings. R-6-001-1979. Portland, Or. USDA Forest Service, Pacific Northwest Region.
- Lucas, R. C. y Oltman, J. L. 1971. Survey sampling wilderness visitors. Journal of Leisure Research, 3: 28-43.
- Lucas, R. C. y Stankey, G. H. 1974. Social Carrying capacity for backcountry recreation. En: Outdoor recreation research: applying the results; 1973 June 19-21; Marquette, MI. General Technical Report NC-9. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station.
- Luckenbach, R. A. y Bury, R. B. 1983. Effects of off-road vehicles on the biota of the Algodones Dunes, Imperial Country, California. Journal of Applied Ecology, 20: 265-286.
- MacArthur, R. A.; Geist, V. y Johnston, R. H. 1982. Cardiac and behavioral responses of mountain sheep to human disturbance. Journal of Applied Ecology, 11: 1057-1068.
- Magurran, A. E. 1988. Diversidad biológica y su medición. Ed. Vedral. Barcelona.
- Manfredo, M. J.; Driver, B. L. y Brown, P. J. 1983. A test of concepts inherent in experience based setting management for outdoor recreation areas. Journal of Leisure Research, 15: 263-283.
- Manning, R. E. 1979. Impacts of recreation on riparian soils and vegetation. Water Resources Bulletin, 15(1): 30-43.
- Marañón, T. 1986. Plant species richness and canopy effect in the savanna-like "dehesa" of S.W. Spain. Ecol. Medit., 12: 131-141.
- Margalef, R. 1974. Ecología. Ed. Omega. Barcelona.
- Margules, C. y Usher, M. B. 1981. Criteria used in assesing wildlife conservation potential: a review. Biological Conservation, 21: 79-109.
- Marion, J. L. 1984. Ecological changes resulting from recreational use: A study of backcountry campsites in the Boundary Waters Canoe Area Wilderness, Minnesota. PH.D. disertation, University of Minnesota. St. Paul. MN.
- Marion, J. L.; Cole, D. N. y Reynolds, D. 1985. Limints of acceptable change: a framework for assessing carrying capacity. Park Science, 6(1): 9-11.
- Marion, J. L. y Merrian, L. C. 1985. Recreational impacts on well-established campsites in the Boundary Waters Canoe Area Wilderness.

Station Bulletin AD-5B-2502. Agricultural Experiment Station, University of Minnesota, St. Paul. 16 pp.

- Marszalek, T. (1988). A point method for determining the multiple value of forest units. Las Polski, 19: 12-13.
- Martin, S. R.; McCool, S. F. y Lucas, R. C. 1989. Wilderness campsite impacts: do managers and visitor see the same?. Environmental Management, 13(5): 623-629.
- Martínez de Pisón, E. 1984. El viaje a la naturaleza y la educación en España. Estudios Turísticos, 83: 55-68.
- May, R. M. 1975. Patterns of species abundance and diversity. En: Cody, M. L. y Diamond, J. M. (Eds). Ecology and Evolution of Communities, 81-120. Harward University Press, Cambridge.
- McAllister, D. M. y Klett, F. R. 1976. A modified gravity model of regional recreation activity with an application to ski trips. Journal of Leisure Research, 8: 21-34.
- McConnell, K. E. 1985. The Economics of Outdoor Recreation. Knese y Sweenwy Edit.
- McConnell, K. E. 1992. On-site time in the demand for recreation. American Journal of Agricultural Economics, 74: 918-925.
- McIntosh, R. P. 1967. An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity. Ecology, 48: 392-404.
- McNaughton, S. J. 1968. Structure and function in Californian grasslands. Ecology, 49: 962-972.
- Meinecke, E. P. 1928. A report on the effect of excessive tourist travel on the California redwood parks. California State Print Off. Sacramento.
- Mikola, J.; Miettinen, M.; Lehtikoinen, E y Lehtilä, K. 1994. The effects of disturbance caused by boating on survival and behaviour of velvet scoter *Melanitta fusca* ducklings. Biological Conservation, 67: 119-124.
- Milgram, S. 1970. The experience of living in cities. Science, 13: 1461-1464.
- Mitchell, J. G. 1994. Our national parks. National Geographic, 186(4): 2-55.
- Montalvo, J. 1992. Estructura y función de pastizales mediterráneos. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Montalvo, J., Casado, M. A., Levassor, C. y Pineda, F. D. 1993. Species diversity patterns in Mediterranean grasslands. Journal of Vegetation Science, 4: 213-222.
- Monti, P. y Mackintosh, E. 1979. Effects of camping on surface soil properties in the boreal forest region of northwestern Ontario, Canada. Soil Science Society of America Journal, 43: 1024-1029.

- Morgan, J. M. y Kuss, F. R. 1986. Soil loss as a measure of carrying capacity in recreation environments. Environmental Management, 10(2): 263-270.
- Mortensen, C.O. 1989. Visitor use impacts within the Knobstone Trail Corridor. Journal of Soil and Water Conservation, 4: 156-159.
- Múgica, M. 1993. Modelos de demanda paisajística y uso recreativo de los espacios naturales. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Departamento Interuniversitario de Ecología. Universidad Autónoma de Madrid.
- Múgica, M., Zamora, F. y De Lucio, J.V. 1993. Uso recreativo en los espacios naturales de la Comunidad de Madrid. Serie Documentos nº10. Centro de Investigación "Fernando González Bernáldez". Soto del Real. Madrid.
- Muratori, A. 1968. How outboards contribute to water pollution. N. Y. Conservationist, 22(6): 6-8 y 34.
- Murray, J. B. 1974. Appalachian trail users in the Souther National forests: their characteristics, attitudes and management preferences. USDA Forest Service, Research Paper SE-116, 19 pp.
- National Park Service. Land and Recreation Planning Division. 1949. The economics of public recreation. An economic study of the monetary evaluation on the national parks. The Prewitt Report. Washington. D. C.
- Naveh, Z. y Whittaker, R. H. 1979. Structural and floristic diversity of shrublands and woodlands in northern Israel and other Mediterranean areas. Vegetatio, 41: 171-190.
- N. W. C. (National Water Council). 1981. River Quality: the 1980 survey and futher outlook. N.W.C., London.
- Noe, F. P. y Hammitt, W. E. (Eds.). 1988. Visual preferences of travelers along the Blue Ridge Parkway. Scientific Monograph Series Nº 18. U.S. Departament of Interior. National Park Service. Washington, D.C.
- O'Riordan, T. 1964. Planning to improve environmental capacity. Town Planning Review, 40(1): 39-58.
- Outdoor Recreation Resources Review Commission. (ORRRC). 1960. Outdoor Recreation for America. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Outdoor Recreation Resources Review Commission. (ORRRC). 1962. The quality of outdoor recreation: As evidenced by user satisfaction. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Parry-Jones, W. L. 1990. Natural landscape, psychological wellbeing and mental health. Landscape Research, 15(2): 7-11.
- Parsons, J. D. y DeBenedetti, S. H. 1979. Wilderness protection in the High Sierra: effects of a 15-year closure. En: Linn, R. M. (Ed.). Proceedings of



- the conference on scientific research in the National Parks, 1313-1318. National Park Service, Transactions and Proceedings Series 5, U. S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Partsch, K. 1991. Rapport sur la situation des Alpes. Alpen-und Europabüro. Karl Partsch, Member of the European Parliament, Sonthofen, Germany.
  - Peco, B. 1982. Dinamismo espacio-temporal en un pastizal mediterráneo. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid.
  - Peco, B. 1989. Modelling Mediterranean pasture dynamics. Vegetatio, 83: 269-276.
  - Peco, B.; Levassor, C. y Pineda, F. D. 1983. Diversité et structure spatiale des pâturages méditerranéens en cours de succession. Ecol. Medit., 9: 223-233.
  - Peco, B.; Sánchez, G.; Casado, M. A. y Pineda, F. D. 1991. Dinamismo de la diversidad y estructura espacial en pastizales mediterráneos periódicamente perturbados. En: Pineda, F. D.; Casado, M. A.; de Miguel, J. M. y Montalvo, J. (Eds.), Diversidad Biológica/Biological Diversity, 215-218. Fund. Areces-SCOPE-WWF, Madrid.
  - Peterson, G. L. y Lime, D. W. 1979. People and their behavior: a challenge for recreation management. Journal of Forestry, 77: 343-346.
  - Pevetz, W. 1991. Agriculture and tourism in Austria. Tourism Recreation Research, 16(1): 57-60.
  - Pielou, E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal of Theor. Biol., 13: 131-144.
  - Pielou, E. C. 1975. Ecological Diversity. Wiley, New York.
  - Pigram, J. 1983. Outdoor recreation and resources management. St Martin's Press, Inc. New York.
  - Pineda, F. D.; González Bernáldez, F. y Nicolás, J. P. 1979. Descripción automática de la vegetación. III. Clasificación y ordenación simultáneas de datos cualitativos. Anales de Edafología y Agrobiología, 38(11-12): 2207-2224.
  - Pineda, F. D.; Nicolás, J. P.; Pou, A. y Galiano, E. F. 1981a. Ecological succession in oligotrophic pastures of central Spain. Vegetatio, 44: 165-176.
  - Pineda, F. D.; Nicolás, J. P.; Ruiz, M.; Peco, B. y Bernáldez, F. G. 1981b. Succession, diversité et amplitude de niche dans les pâturages du centre de la péninsule ibérique. Vegetatio, 47: 267-277.
  - Plfister, R. E. y Frenkell, R. E. 1975. The concept of carrying capacity: its application for management of Oregon's Scenic Waterway System. Dept. of Geography, Oregon State University.

- Pratt, P. F. 1965. Methods of soil analysis. Part 2. American Society of Agronomy.
- Price, M. F. 1983. Management planning in the Sunshine Area of Canada's Banff National Park. Parks, 7(4): 6-10.
- Puerto, A.; Rico, M.; Matías, M. D. y García, J. A. 1990. Variation in structure and diversity in mediterranean grasslands related to trophic status and grazing intensity. Journal of Vegetation Science, 1: 445-452.
- Ramírez, L. 1994. Caracterización florística de fronteras ecológicas en ambiente mediterráneo. Tesina de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Complutense de Madrid.
- Ramírez, L. 1996. Fronteras ecológicas en ambiente mediterráneo. Implicaciones en la diversidad biológica. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.
- Ramos, A. (Coord.). 1987. Diccionario de la Naturaleza. Espasa Calpe. Madrid.
- Ramos, A. 1993. ¿Por qué la conservación de la naturaleza?. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid.
- Ranz, B. 1979. Closing wilderness campsites: visitor use problems and ecological recovery in the Selway-Bitterroot Wilderness, Montana. Master's Thesis, University of Montana, Missoula, Montana.
- Ream, C. H. (Compiler). 1980. Impact of backcountry recreationists on wildlife: an annotated bibliography. General Technical Report, INT-84. Forest and Range Experiment Station. Ogden.
- Rinehart, P.; Hardy, C. y Rosenau, G. 1978. Measuring trail conditions with stereo photography. Journal of Forestry, 76(8): 501-503.
- Ripley, T. H. 1962. Tree and scrub response to recreation use. USDA Forest Service, Research Note SE-171, Southeastern Forest Experiment Station, Asheville (N.C.).
- Rivas-Martínez S. 1975. Sobre la nueva clase *Polygono-Poëtea annuae*. Phytocoenologia, 2(1-2): 123-140.
- Rivas-Martínez S.; Fernández, F. y Sánchez-Mata, D. 1990. Vegetación de la sierra de Guadarrama. Itinera Geobotanica, 4.
- Roggenbuck, J. W.; Willians, D. R. y Watson, A. E. 1993. Defining acceptable conditions in wilderness. Environmental Management, 17: 187-197.
- Roome, N. J. 1982. The use of National Nature Reserves by access permit holders. Journal of Environmental Management, 14(1): 57-70.
- Roome, N. J. 1983. Preferences of National Nature Reserve users. Journal of Environmental Management, 17: 143-152.

- Rosenthal, D. H. 1987. The necessity for substitute prices in recreation demand analysis. American Journal of Agricultural Economics, 69: 828-837.
- Ruddell, E. J.; Gramann, J. H.; Rudis, M. A. y Westphal, J. M. 1989. The psychological utility of visual penetration in Near-View Forest scenic-beauty models. Environmental and Behavior, 21(4): 393-412.
- Rudis, V. A. 1987. Recreational use of forested areas by Alabama residents. USDA Forest Service, Research Paper S-237. New Orleans, Louisiana.
- Ruiz, M. 1980. Características de la variación de pastizales semiáridos en zonas graníticas de la Península Ibérica. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid.
- Secretaría de Estado de Turismo. 1981. Plan de Aprovechamiento de los Recursos Turísticos de Madrid y su Sierra. Ministerio de Turismo y Transportes. Madrid.
- Secretaría General de Turismo. 1996. Balance turístico 1995. Ministerio de Comercio y Turismo. Madrid.
- Settergren, C. D. y Cole, D. M. 1970. Recreation effects on soil and vegetation in the Missouri Ozarks. Journal of Forestry, 68: 231-233.
- Settle, J. G. 1980. Relating participation in recreational activities to social characteristics. Journal of Environmental Management, 10: 139-147.
- Schroeder, H. W. (1989). Environment, behaviour and design research on urban forest. En: Zube, E. H. y Moore, G. T. (Eds.), Advances in Environment, Behaviour and Design, 87-117. Vol. 2, N.Y. Plenum.
- Shafer, E. L. y Burke, H. D. 1965. Preferences for outdoor recreation facilities in four state parks. Journal of Forestry, 63: 513-518.
- Shannon, C. E. y Weaver, W. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana.
- Sievanen, T. 1991. Scandinavian research on multiple forest uses: socio-economic and ecological aspects of forest recreation. Tourist Recreation Research, 16(2): 55-59.
- Simmons, I. G. 1982. Ecología de los recursos naturales. Eds. Omega. Barcelona.
- Simpson, E. H. 1949. Measurement of diversity. Nature, 163: 688
- Smith, P. G. y Thelerge, J. B. 1986. Review of criteria for evaluating natural areas. Environmental Management, 11(4): 447-460.
- Smith, V. K. y Kaoru, Y. 1990. Signals or noise? explaining the variation in recreation benefit estimates. American Journal of Agricultural Economics, 72: 419-430.

- Speight, M. C. 1973. Outdoor recreation and its ecological effects: A bibliography and review. Discussion Paper in Conservation, 4. University College, London.
- Stankey, G. H. 1971. The perception of wilderness recreation carrying capacity: A geographic study in natural resources management. Thesis doctoral. Michigan State University.
- Stankey, G. H. 1973. Visitor perception of wilderness recreation carrying capacity. Research Paper INT-142. Ogden, Ut. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station.
- Stankey, G. H. 1980. Wilderness carrying capacity: management and research progress in the United States. Landscape Research, 5(3): 6-11.
- Stankey, G. H. 1982a. Recreational carrying capacity research review. Ontario Geography, 19: 57-72.
- Stankey, G. H. 1982b. Carrying capacity, impact management and the recreation opportunity spectrum. Australian Parks and Recreation, may: 24-30.
- Stankey, G. H.; Cole, D. N.; Lucas, R. C.; Petersen, M. E. y Frissell, S. S. 1985. The Limits of acceptable change (LAC) system for wilderness planning. General Technical report INT-176. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station.
- Stankey, G. H. y Lime, R. C. 1973. Recreational carrying capacity: an annotated bibliography. General Technical Report INT-3. Ogden, Ut: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station.
- Stankey, G. H. y McCool, S. F. 1984. Carrying capacity in recreational settings: evolution, appraisal and application. Leisure Sciences, 6(4): 453-473.
- Stankey, G. H.; McCool, S. F. y Stokes, G. L. 1984. Limits of Acceptable Change: a new framework for managing the Bob Marshall Wilderness Complex. Western Wildlands, 10(3): 33-37.
- Steven, R. M., Stephen, F. M. y Robert, C. L. 1989. Wilderness campsite impacts: Do managers and visitors see them the same?. Environmental Management, 13 (5): 623-629.
- Stohlgren, T. J. y Parson, D. J. 1986. Vegetation and soil recovery in wilderness campsites closed to visitor use. Environmental Management, 10(3): 375-380.
- Stokes, G. L. 1986. LAC task force role. En: Lucas, R.C. Compiler. Proceedings: national wilderness research conference: current research, 246-247. 1985 July 23-26; Fort Collins, CO. General Technical Report,

- INT-212. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Research Station.
- Sumner, E. L. 1942. The biology of wilderness protection. Sierra Club Bulletin, 27(8): 14-22.
  - Thorud, D. B. y Frissell, S. S. 1976. Time changes in soil density following compaction under an oak forest. Minnesota Forest Research. Note 257. 4 pp.
  - Titus, J. R. y Van Druff, L. W. 1981. Response of the common loon to recreational pressure in the Boundary Waters Canoe Area, northeastern Minnesota. Wildlife Monograph, 79.
  - Torgerson, W. S. 1952. Multidimensional scaling: Theory and method. Psicometrika, 17: 401-419.
  - Trice, A. H. y Wood, S. E. 1958. Measurement of recreation benefits. Land Economics, 34(3): 195-207.
  - Truong, T. T y Hensher, D. A. 1985. Measurement of travel time values and opportunity cost from a discrete choice model. Economic Journal, 95: 438-451.
  - Tutin, T. G.; Heywood, V. H.; Burguess, N. A.; Moore, D. M.; Valentine, D. H.; Walters, S. M. y Webb, D. A. 1964-1980. Flora Europea. Volúmenes 1-5. Cambridge University Press, Cambridge.
  - Ulrich, R. S. 1979. Visual landscapes and psychological well-being. Landscape Research, 4: 17-23.
  - Ulrich, R. S. 1981. Natural versus urban scenes: Some psychophysiological effects. Environment and Behavior, 13(5):523-556.
  - Ulrich, R. S. 1992. La Salud y el Paisaje. La Sierra de Guadarrama. En: Sáenz de Miera, A. (Coord.). Naturaleza, Paisaje y Aire de Madrid, 235- 248. Agencia de Medio Ambiente. Comunidad de Madrid.
  - (UICN). Unión Mundial para la Conservación. 1994. Parques para la Vida. Plan de acción para las áreas protegidas de Europa. UICN. ICONA.
  - Usher, M. B. 1977. Coastline management: some general comments on management plans and visitor surveys. En: Brines, R. S. (Eds.). The Coastline, 291-311. Wiley. NY.
  - Usher, M. 1986. Wildlife Conservation Evaluation. Chapman & Hall. Londres.
  - Valenzuela, M. 1976. Los espacios recreacionales. Un aspecto de la influencia regional de Madrid. Ciudad y Territorio, 4: 63-77.
  - Valenzuela, M. 1977. Urbanización y crisis rural en la sierra de Madrid. Instituto de Estudios de Administración Local. Madrid.

- Valenzuela, M. 1984. El uso recreativo de los espacios naturales de calidad. (Una reflexión sobre el caso español). Ciudad y Territorio, 82: 3-14.
- Van der Zande, A. N. y Vos, P. 1984. Impact of a semi-experimental increase in recreation intensity on the densities of birds in groves and hedges on lakes in the Netherlands. Biological Conservation, 30(3): 237-259.
- Van der Zee, D. 1990. The complex relationship between landscape and recreation. Landscape Ecology, 4(4): 225-236.
- Van Miegroet, M. 1987. Der Waldbau und seine forstpolitische dimension. Allgemeine Forstzeitschrift, 23: 585-587.
- Van Wagendonk, J. 1983. Carrying capacity determinations for the Yosemite backcountry. Unpublished manuscript, Yosemite National Park, California.
- Virden, R. y Schreyer, R. 1988. Recreation specialization as an indicator of environmental preference. Environment and Behavior, 20(6): 721-739.
- Vyslouzil, J. 1988. Example of the method for evaluation the recreational function of productive forest by means of mathematical models. Ecology (CSSR), 7(3): 243-258.
- Wagar, J. A. 1951. Some mayor principles in recreation land use planning. Journal of Forestry, 49: 431-435.
- Wagar, J. A. 1964. The carrying capacity of wild lands for recreation. Forest Science Monograph, 7.
- Wagar, J. A. 1966. Quality in outdoor recreation trends. Parks and Recreation, 3(3): 9-12.
- Wagar, J. A. 1969. Nonconsumptive uses of the coniferous forest, with special relation to consumptive uses. En: Taber, R. D. (Ed.), Coniferous forest of the Northern Rock Mountains: Proceedings of the 1968 Symposium, 225-270. University of Montana Foundation, Missoula.
- Wagar, J. A. 1974. Recreational carrying capacity reconsidered. Journal of Forestry, 72: 274-278.
- Walsh, R.; Bjornback, R.; Aiken, R. y Rosenthal, D. 1990. Estimating the public benefits of protecting forest quality. Journal of Environmental Management, 30: 175-189.
- Walsh, R.; Ward, F. y Olienyk, J. P. 1989. Recreational demand for trees in National Forest. Journal of Environmental Management, 28: 255-268.
- Ward, F. A. 1989. Efficiently managing spatially competing water uses: New evidence from a regional recreation demand model. Journal of Regional Science, 29(2): 229-246.
- Washburne, R. F. 1981. Carrying capacity assessment and recreational use in the national wilderness preservation system. Journal of Soil and Water Conservation, 36(3): 162-166.

- Washburne, R. F. 1982. Wilderness recreational carrying capacity: are numbers necessary?. Journal of Forestry, 80(1): 726-728.
- Weaver, T. y Dale, D. 1978. Trampling effects of hikers, motorcycles and horses in meadows and forest. Journal of Applied Ecology, 15: 451-458.
- Whittaker, R. H. 1977. Evolution of species diversity in land communities. En: Hecht, M. K.; Steere, W. C y Wallace, B. (Eds.), Evolutionary Biology, 1-67. Vol 10. Plenum, N. Y.
- Whittaker, R. H. 1978. Ordination of Plant Communities. The Hague. Junk.
- Willis, K. G. 1990. Valuing non-market wildlife commodities: an evaluation and comparison of benefits and costs. Applied Economics, 22: 13-30.
- Willis, K. G. y Garrod, G. D. 1991. An individual travel-cost method of evaluating forest recreation. Journal of Agricultural Economics, 42: 33-42.
- Wilshire, H. G.; Nakata, J. K.; Shipley, S. y Prestegard, K. 1978. Impacts of vehicles on natural terrain at Steven Sites in the San Francisco Bay Area. Environmental Geology, 2: 295-319.
- Wood, T. F. 1987. The analysis of environmental impacts resulting from summer recreation in the Cairngorm Ski Area, Scotland. Journal of Environmental Management, 25: 271-284.
- Young, R. A. 1983. Toward an understanding of wilderness participation. Leisure Sciences, 5: 339-357.
- Young, R. A. y Gilmore, A. R. 1976. Effects of various camping intensities on soil properties in Illinois campgrounds. Soil Science Society of America Journal, 40: 908-911.

---

## *Anexos.*



## **ANEXO I. LISTADO DE AREAS RECREATIVAS EN LA COMUNIDAD DE MADRID**

1. Dehesas de Cercedilla. (Cercedilla).
2. La Tejera. (Horcajo de la Sierra).
3. Los Campillos. (Buitrago de Lozoya).
4. El Plantío. (Robregordo).
5. Cerro Gandullas. (Piñuecar).
6. El Parque. (La Acebeda).
7. Pontón de la Oliva. (Patones de arriba).
8. Embalse de El Atazar. (El Berrueco).
9. Peña Alta, El Mirador, Lagunillas (Lozoya del Valle).
10. Cerro de Robledillo. (Robledo de Chavela).
11. Picnic El Sotillo. (Villaviciosa de Odón).
12. Merendero del río Guadarrama. (Villaviciosa de Odón).
13. La Alameda. (Villaviciosa de Odón).
14. Embalse de Valmayor. (Valdemorillo).
15. Remanso de la Tijera. (Fuentidueña de Tajo).
16. Molino de Aldehuela. (Colmenar de Oreja).
17. Picnic de Carabaña. (Carabaña).
18. Soto de Torremocha. (Torremocha del Jarama).
19. El Calderillo. (Paracuellos del Jarama).
20. Puente de Retamar. (Las Rozas y Galapagar).
21. El Tomillar. (San Lorenzo del Escorial).
22. Embalse de La Jarosa. (Guadarrama).
23. La Isla. (Rascafría).
24. Los Chorros (Estremera).
25. La Alberca (Horcajo de la Sierra).
26. Monte Público 1010 (Buitrago de Lozoya).
27. La Garganta. (Manzanares el Real).
28. Cola de Caballo. (Manzanares el Real).
29. Canto Cochino. (Manzanares el Real).
30. Quebrataherraduras. (Manzanares el Real).
31. El Berzosillo y Las Casiruelas. (Manzanares el Real).

32. Huelgas de San Bartolomé.P. Nuevo. (Talamanca del Jarama).
33. Parque Río Guadalix. (San Agustín de Guadalix).
34. Chopera río Samburiel. (Manzanares el Real).
35. Pinar de San Isidro. (Alcobendas).
36. Dehesa de Roblellano. (La Cabrera).
37. Fuente del Cura. (Miraflores de la Sierra).
38. P.Recreativo Aldea del Fresno. (Aldea del Fresno).
39. Lancha del Yelmo. V. Lorenzo. (San Martín de Valdeiglesias).
40. El Venero. (Cadalso de los Vidrios).
41. La Dehesa. (Valdeolmos).
42. Ribatejada. (Ribatejada).
43. Picnic de Batres. (Batres).
44. Ribera del Henares. (Mejorada del Campo).
45. La Isla y El Val. (Alcalá de Henares).
46. La Enfermería. (San Martín de Valdeiglesias).
47. El Pinar. (Pelayos de la Presa).
48. P.Recreativo Embalse Picadas. (San Martín de Valseiglesias).
49. Embalse Embocadorra. (Aranjuez).
50. Embalse Cerro Alarcón. (Navalagamella).
51. Hoya Encavera. (Lozoya).
52. Picnic Guadarrama. (Guadarrama).
53. Parque Cerca Cabilda. (Hoyo de Manzanares).
54. Dehesa Boyal. (S. Sebastián de los Reyes).
55. P.Recreativo Guadalix de la Sierra.(Guadalix de la Sierra).
56. Hayedo de Montejo. (Montejo de la Sierra).
57. Camping Albergue Montejo. (Montejo de la Sierra).
58. Dehesa Valdegallejo. (Torrelaguna).
59. Rancho Grande. (Aranjuez).
60. La Tejera P. Avellanos. (Puebla de la Sierra).
61. Dehesa de Sanchálvaro. (Manjirón).
62. El Pinarcillo. (Buitrago de Lozoya).
63. Los LLanillos. (San Lorenzo del Escorial).
64. Patones de Arriba. (Patones de Arriba).
65. Arroyo Butarque. (Leganés).
66. El Paseo. (Valdemoro).
67. Valquejigoso. (Chinchón).
68. El Riato. (El Atazar y Robledillo de la Jara).

69. La Herrería. (San Lorenzo de El Escorial).
70. La Chopera. (Talamanca del Jarama).
71. El Soto. (Cervera de Buitrago).
72. Cerro de los Angeles. (Getafe).
73. Dehesa de Villalba. (Collado Villalba).
74. Arroyo Mediano. (Soto del Real).
75. Mingorrubio. (Madrid).
76. Mingorrubio Escuela Taller. (Madrid).
77. La Quinta. (Madrid).
78. Carrascal de Arganda. (Arganda).
79. La Barranca. (Navacerrada).
80. Presa Almorchones. Poza Navacerrada. (Navacerrada).
81. Arroyo de la Aceña. (Robledondo).
82. Hoya Quiñón. (Miraflores de la Sierra).
83. Puerto de Canencia. (Canencia del Valle).
84. Cerro del Pendón. (Bustarviejo).
85. Arroyo Aguilón y Presillas. (Rascafría).
86. Estanque de las Truchas. (Cercedilla).
87. Ermita de los Remedios. (Colmenar Viejo).
88. Nava de Moncalvillo. (San Agustín de Guadalix).
89. Pinar Hoyo Manzanares. (Hoyo de Manzanares).
90. Pinar Navalcarnero. (Navalcarnero).
91. Ermita San Isidro. (Navalcarnero).
92. El Coto. (El Alamo).
93. Soto del Collazo. (Titulcia).
94. Manantial de la Fuente. (Campo Real).
95. Valdemembrillo. (Campo Real).
96. Alto del Hilo. (Becerril de la Sierra).
97. Cerro del Castillo. (Collado Mediano).
98. Río Manzanares. Puente Cerceda. (Colmenar Viejo).
99. Río Manzanares. El Grajal. (Colmenar Viejo).
100. Puente Pasada y Puente Vadillo. (Canencia del Valle).
101. Mirador del Robledo. (Rascafría).

## ANEXO II. FICHA DE ESTIMACION DE IMPACTOS

### FICHA DE ESTIMACION DE IMPACTOS EN AREAS RECREATIVAS

NOMBRE DEL AREA.....	FECHA.....
TERMINO MUNICIPAL.....	
MUESTREO REALIZADO POR:.....	
DESCRIPCION GENERAL (Principales características: relieve, vegetación, paisaje, cursos de agua).....	
.....	
EXTENSION TOTAL APROXIMADA DEL AREA RECREATIVA EN m <sup>2</sup> :.....	
EXTENSION TOTAL APROXIMADA DEL AREA UTILIZADA POR LOS USUARIOS EN m <sup>2</sup> :.....	
SECTORIZACION DEL AREA RECREATIVA:      NUMERO DE SECTORES.....	
ACTIVIDADES OBSERVADAS DISTINTAS A LAS RECREATIVAS QUE PUDIERAN CREAR IMPACTOS EN EL AREA.....	
GRADO DE CONSERVACION (Percepción visual subjetiva valorada de 1 a 10).....	

#### SECTORES EN EL AREA RECREATIVA

NOMBRE DEL AREA.....NUMERO DE SECTOR.....

EXTENSION APROXIMADA DEL SECTOR EN m<sup>2</sup>.....

EXTENSION DEL SECTOR UTILIZADO POR LOS USUARIOS EN m<sup>2</sup>.....

SUPERFICIE CON SUELO TOTALMENTE DESCUBIERTO (%).....

VEGETACION:

	COBERTURA      %	ESPECIES DOMINANTES
HERBACEA		
ARBUSTIVA		
ARBOREA		

#### INFRAESTRUCTURAS:

NUMERO DE MESAS.....

NUMERO DE BARBACOAS.....

NUMERO DE CONTENEDORES.....

NUMERO DE FUENTES.....

#### PARAMETROS DE IMPACTO:

	CLASE 0	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
DAÑO ARBOLADO	Ausente	Leve	Moderado	Severo
RAICES EXPUESTAS	Inapreciable	Varias	Muchas	Todas
DENSIDAD DE SENDAS	1 a 3	3 a 6	6 a 10	+ de 10
AMPLITUD SENDA PRINCIP	0 a 50 cm	50 a 100 cm	100 a 200 cm	+ de 200 cm
PERDIDA DE SUELO	Inapreciable	- de 20 cm	+ de 20 cm	Acarcavamiento
BASURA	Inexistente	Aislada	Perceptible	Acumulada

OTROS IMPACTOS APRECIABLES.....

.....

.....

### ANEXO III.

Listado de las sesenta y cinco especies encontradas en las praderas de "La Pedriza". Nomenclatura según Tutin *et al.*, (1964-1980).

Species	
<i>Agrostis castellana</i>	<i>Luzula campestris</i>
<i>Aira cupaniana</i>	<i>Moenchia erecta</i>
<i>Alyssum minus</i>	<i>Narcissus bulbocodium</i>
<i>Anthemis arvensis</i>	<i>Ornithopus compressus</i>
<i>Anthyllis lotoides</i>	<i>Parentucelia viscosa</i>
<i>Aphanes microcarpa</i>	<i>Petroragia prolifera</i>
<i>Arenaria leptoclados</i>	<i>Plantago coronopus</i>
<i>Arenaria montana</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Bromus hordeaceus</i>	<i>Poa annua</i>
<i>Bupleurum affine</i>	<i>Poa bulbosa</i>
<i>Carex distachya</i>	<i>Polygonum aviculare</i>
<i>Carlina racemosa</i>	<i>Rumex angiocarpus</i>
<i>Cerastium brachypetalum</i>	<i>Sanguisorba minor</i>
<i>Corrigiola telephifolia</i>	<i>Scleranthus annuus</i>
<i>Crassula thylea</i>	<i>Silene colorata</i>
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Silene conica</i>
<i>Cynosurus echinatus</i>	<i>Spergula arvensis</i>
<i>Chamaemelum mixtum</i>	<i>Spergularia rubra</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Stipa gigantea</i>
<i>Echium vulgare</i>	<i>Tapsia villosa</i>
<i>Erodium cicutarium</i>	<i>Teesdalia coronopifolia</i>
<i>Eryngium campestre</i>	<i>Trifolium campestre</i>
<i>Festuca costei</i>	<i>Trifolium glomeratum</i>
<i>Galium verum</i>	<i>Trifolium pratense</i>
<i>Geum sylvaticum</i>	<i>Trifolium striatum</i>
<i>Herniaria glabra</i>	<i>Trifolium subterraneum</i>
<i>Holcus lanatus</i>	<i>Tuberaria guttata</i>
<i>Hypochoeris glabra</i>	<i>Veronica arvensis</i>
<i>Lactuca serriola</i>	<i>Vicia sativa</i>
<i>Leontodon taraxacoides</i>	<i>Viola odorata</i>
<i>Lepidium campestre</i>	<i>Vulpia ciliata</i>
<i>Logfia minima</i>	<i>Vulpia muralis</i>
<i>Lotus corniculatus</i>	

Areas recreativas  
en la Comunidad  
de Madrid







Algunos ejemplos de áreas recreativas en la Comunidad de Madrid.





Ladera con fuertes impactos en el estrato herbáceo y arbustivo como consecuencia de una elevada concentración de visitantes durante la celebración de una prueba de "Mountain-Bike". Parque Regional de la Cuenca Alta de Manzanares.



Detalle de un ejemplar de enebro de la miera (*Juniperus oxycedrus*) con importantes daños ocasionados durante la misma prueba.





Figura a



Figura b

Recuperación del estrato herbáceo de la pradera objeto de estudio en el "Valle de la Barranca".

Figura a. Situación en 1993

Figura b. Situación en 1995

Reunido el tribunal que suscribe en el día  
de la fecha, por lo calificar la presente Tesis  
doctoral con PTO CUM LAUDE POR VIRTUJIDAD  
MADRID, 5 de Noviembre 1996.

J. L. hills  
Manuel Du  
Ena Rain